

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการ
สร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน
จังหวัดสุราษฎร์ธานี



นางสาวภัทรสุดา ฤทธิชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

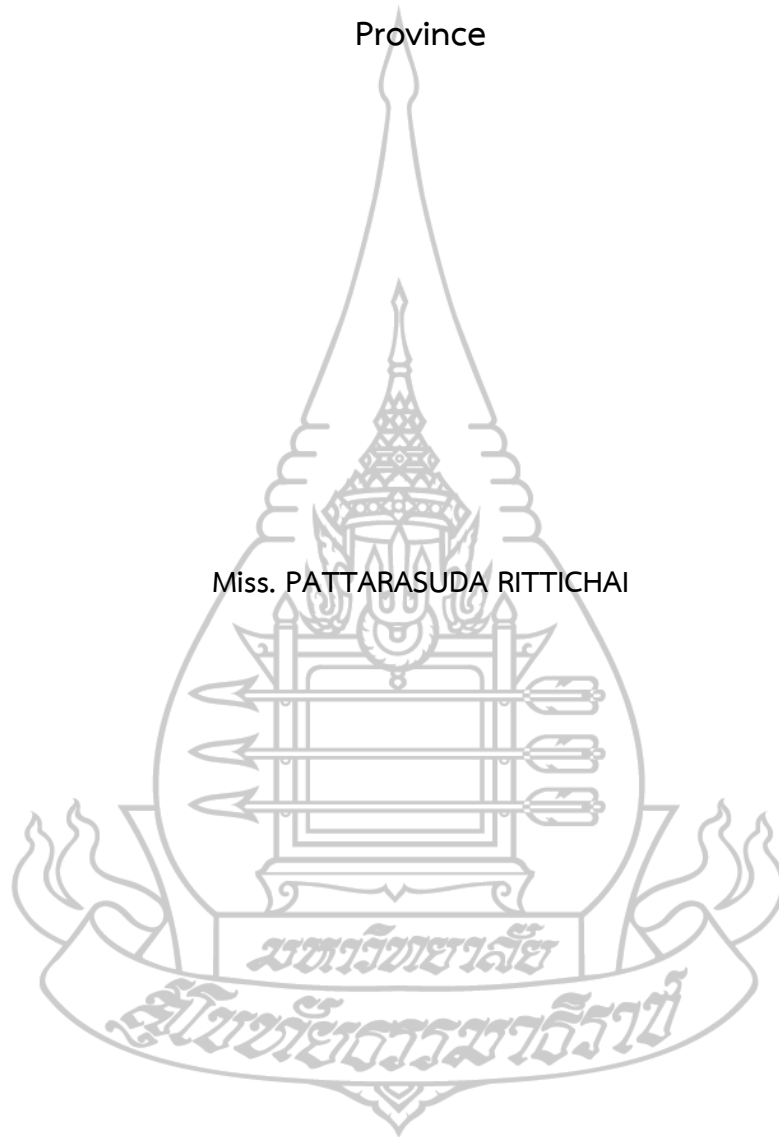
วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Effects of Using Model-Based Learning Management on Modelling
Ability and Science Learning Achievement in the Topic of Flowering
Plants of Grade 4 Students at Banthabthon School in Surat Thani
Province

Miss. PATTARASUDA RITTICHAJ



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อ
ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ชื่อและนามสกุล

นางสาวภัทรสุดา ฤทธิชัย

แขนงวิชา / วิชาเอก

วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา

ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

2. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิภขาว)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้วิจัย นางสาวภัทรสุดา ฤทธิชัย รหัสนักศึกษา 2642000364

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา (2) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 12 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบเครื่องหมาย

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: “The Effects of Using Model-Based Learning Management on Modelling Ability and Science Learning Achievement in the Topic of Flowering Plants of Grade 4 Students at Banthabthon School in Surat Thani Province”

Researcher: “Miss. PATTARASUDA RITTICHAJ”; ID: “2642000364”;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Assistant Professor Dr. Duongdearn Suwanjinda;(2) Associate Professor Dr. Nuanjid Chaowakeratipong ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare the modeling ability of grade students at Banthabthon school in Surat Thani province before and after using model-based learning management, 2) compare the science learning achievement in the topic of flowering plant of grade 4 students at Banthabthon school in Surat Thani province students before and after using model-based learning management and 3) compare the science learning achievement in the topic of flowering plant of grade 4 students at Banthabthon school in Surat Thani province after using model-based learning management with the criteria of 70 percent.

The research sample consisted of 12 grade 4 Students at Banthabthon school in Surat Thani province who studied in the 2023 academic year, obtained by cluster random sampling. The research instruments were 1) 6 lesson plans based on model-based learning management in the topic of flowering plant for 18 hours, 2) a modeling ability assessment form, and 3) a science learning achievement test. The statistics used for data analysis were the mean, standard deviation and significance test.

The research findings showed that 1) the modeling ability of the grade 4 students after using model-based learning management was higher than that of before at .05 level of significance, 2) The science learning achievement of the grade 4 students after using model-based learning management was higher than that of before at .05 level of significance. And 3) the science learning achievement of the grade 4 students after using model-based learning management was lower than the criteria of 70 percent at .05 level of significance.

Keywords : Model-based learning management, Modeling ability, Science learning achievement, Primary education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและรองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวีร์ติพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จสมบูรณ์ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็นและความเห็นทางวิชาการอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่าน เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิกขาว ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจพิจารณาแก้ไขอันเป็นประโยชน์ต่อความถูกต้องและความสมบูรณ์ใน วิทยานิพนธ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นางณภัชชนันท์ ภาคินศุภเศรษฐ์ นางกนกวรรณ มั่งสัง นายณัฐชา พัฒนา นางอุมาพร ชัยปรีชา และนางสาวพัศยา สันสน ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา คุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำอื่นๆ ต่อการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และเพื่อนร่วมเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาที่คอยให้ความช่วยเหลือในการเรียนตลอด ระยะเวลาที่ศึกษา

สุดท้าย ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ น้อง เพื่อน ตลอดจนผู้ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นแรงผลักดันและคอยให้กำลังใจจนทำให้การวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบให้ผู้สนใจในการศึกษา และผู้มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

นางสาวภัทรสุดา ฤทธิชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่ได้รับ	7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	9
แบบจำลอง	14
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	19
ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง	26
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	49
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล	57
การวิเคราะห์ข้อมูล	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้ออัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน	60
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้ออัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน	62
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้ออัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70	63
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	64
สรุปการวิจัย	64
อภิปรายผล	66
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	80
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	81
ข วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	83
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	98
ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	109
ประวัติผู้ศึกษา	127

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนบ้านทับ 13
ตารางที่ 2.2	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 25
ตารางที่ 2.3	เกณฑ์ที่ใช้ประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและเชิงภาพ 28
ตารางที่ 2.4	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการวาดภาพ 29
ตารางที่ 2.5	เกณฑ์ในการประเมินกระบวนการสร้างและใช้แบบจำลอง 30
ตารางที่ 3.1	วิเคราะห์การสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 52
ตารางที่ 3.2	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 53
ตารางที่ 3.3	วิเคราะห์ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 56
ตารางที่ 4.1	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย 61
ตารางที่ 4.2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน 62
ตารางที่ 4.3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย 63

ญ

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบันเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับ การดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียน การทำงานและการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดการนำองค์ ความรู้นั้นไปพัฒนาเป็นเครื่องมือและเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยและเอื้ออำนวยความสะดวกแก่การ ดำเนินชีวิตของมนุษย์ (สสวท., 2546) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่าง มีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่เห็นความสำคัญของการ จัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ ในการพัฒนาเยาวชนเข้าสู่โลกยุค 4.0 โดยมุ่งเน้นให้ ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์มีทักษะด้าน เทคโนโลยีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความรู้ ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐานว่า นอกจากผู้เรียนจะต้องเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังต้องเข้าใจถึงวิธีการสร้างและพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการสร้างแบบจำลอง (สสวท., 2546) ดังที่ สสวท. ได้ เพิ่มทักษะการสร้างแบบจำลองเป็นทักษะที่ 14 ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระบุว่าทักษะการ สร้างแบบจำลอง คือ การสร้างและใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบจำลองสถานการณ์และอธิบาย ปรากฏการณ์ที่เราศึกษา หรือสนใจ เพื่อนำเสนอและระดมความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น การ สร้างกราฟ แผนภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น (สสวท., 2561) เพราะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มี เนื้อหาเข้าใจยากจำเป็นต้องใช้แบบจำลองเข้ามาเป็นตัวช่วยในการอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น

ประเทศไทยได้เข้าร่วมดำเนินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จัดตั้งโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียม ความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการ

เปลี่ยนแปลง โดยการประเมินของ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และยังสามารถกำหนดขอบเขตโครงสร้างการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ปี ค.ศ. 2015 เกี่ยวกับการสมรรถนะทางการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ในการระบุ การใช้ และการสร้างคำอธิบายด้วยแบบจำลองและตัวแทนความคิดไว้เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่านักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับโลกของความจริงแบบจำลองจึงช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมได้ชัดเจนและเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ถึงแม้ว่าแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองจะมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ปี ค.ศ. 2015 ที่เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินในปี ค.ศ. 2015 ที่ 421 คะแนน (OECD, 2016) จัดว่าต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนน และต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของนานาชาติและในปัจจุบันการประเมิน PISA 2022 ก็ยังคงพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน จัดว่าต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนน และต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของนานาชาติ ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ลดลง โดยมีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน เมื่อเทียบผลคะแนน เด็กไทยคะแนนทักษะทั้ง 3 ด้าน ลดลงต่ำที่สุดในรอบ 20 ปี โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคะแนนลดลง 4% อันดับ 58 จาก 81 ประเทศ ซึ่งจากการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย พบว่า การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นครูผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย มุ่งเน้นสอนเนื้อหาและส่งเสริมการท่องจำมากกว่าการให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนคิดไม่เป็น ขาดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะวิทยาศาสตร์และไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง (วิชัย วงศ์ใหญ่, 2542)

เช่นเดียวกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนบ้านทับทอน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีการศึกษา 2563-2565 ต่ำกว่าระดับชาติและจากการติดตามผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะเนื้อหา เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วยหัวข้อความหลากหลายของพืช ส่วนประกอบของพืชดอก ศึกษากลุ่มพืชดอก ศึกษาท่อลำเลียงของพืช การคายน้ำของพืช และการสร้างอาหารของพืช ซึ่งในบางหัวข้อมียรายละเอียดของเนื้อหาที่ซับซ้อน เข้าใจยากและต้องท่องจำ บางเนื้อหาเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนไม่สามารถจินตนาการภาพได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ยอม

เรียนวิทยาศาสตร์ อีกทั้งบริบทพื้นที่การศึกษาของโรงเรียนเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก ขาดแคลนอุปกรณ์ และยังมีนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านเขียนด้อยกว่านักเรียนในระดับเดียวกัน เมื่อมีการสอนแบบบรรยายจึงทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำลง จึงจำเป็นต้องหาการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนโดยไม่ต้องอ่านหรือเขียนมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน เพราะเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของตนมากยิ่งขึ้นนักเรียนจะสามารถใช้แบบจำลองนั้นสร้างความเข้าใจ และใช้ในการสื่อสารความรู้ได้ (Harrison & Treagust, 2000; Schwarz et al., 2009 และกรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์เพราะฝึกฝนให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความชำนาญในการสร้างและประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น และยังสามารถนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย ซึ่งจากการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ (Gobert & Buckley, 2000; นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์, 2565; Buckley et al., 2004; Gilbert, 2004) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสร้างแบบจำลอง เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสม มีการพัฒนา ทดสอบ แก้ไข หรือสร้างแบบจำลองใหม่ เพื่อให้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์และสอดคล้องกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาเอกสารยังพบว่า การเรียนรู้และเข้าใจแบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากการนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชา (กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ, 2558) ซึ่งหากนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสิ่งที่สนใจต่าง ๆ ขึ้นมาและนำไปอธิบายได้แสดงว่านักเรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชาตรี ฝ่ายคำตา (2563) ที่ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ (1) การสร้างแบบจำลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้ได้มากที่สุด (2) การประเมินแบบจำลอง ผู้เรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า หรือออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วประเมินแบบจำลองของตนว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่เพียงใด (3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง ผู้เรียนดัดแปลง แก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนได้แบบจำลองที่สามารถ

อธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ (4) การขยายแบบจำลองผู้เรียน ใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ หรือสถานการณ์อื่น

นอกจากนั้นการสร้างแบบจำลองยังเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความสิ่งต่างๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลายของข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้น จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถ ในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นแนวทางในพัฒนาการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

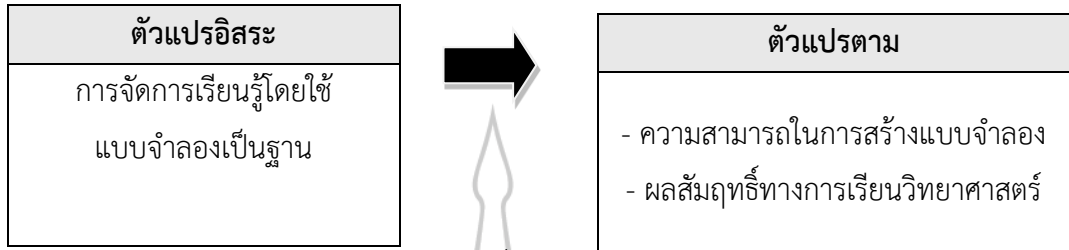
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1

กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเรียน

4.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

5.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

5.3 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก ประกอบด้วย 6 หัวข้อ ดังนี้

5.3.1 ความหลากหลายของพืช

5.3.2 ส่วนประกอบของพืชดอก

5.3.3 ศีรษะกลุ่มพืชดอก

5.3.4 ศึกษาท่อลำเลียงของพืช

5.3.5 การคายน้ำของพืช

5.3.6 การสร้างอาหารของพืช

5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

5.4.1 **ตัวแปรอิสระ** คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5.4.2 **ตัวแปรตาม** คือ ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.5 **ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย** คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 **แบบจำลอง** หมายถึง สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนความคิดในการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ให้อยู่ในรูปแบบที่ทำความเข้าใจง่าย

6.2 **การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการฝึกปฏิบัติ สร้างและปรับปรุงแบบจำลอง เพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น ประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่

ชั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้ได้มากที่สุด

ชั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า หรือออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วประเมินแบบจำลองของตนเองว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่เพียงใด

ชั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนเรียนดัดแปลง แก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนได้แบบจำลองที่สามารถอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ชั้นที่ 4 การขยายแบบจำลองผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ หรือสถานการณ์อื่น

6.3 ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง หมายถึง ทักษะที่สามารถสร้างแบบจำลองขึ้นตามความคิดของแต่ละบุคคลเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งอาจมาจากปรากฏการณ์ สิ่งที่ศึกษาหรือสนใจให้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพวาด การใช้สัญลักษณ์ การเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เป็นข้อสอบแบบอัตนัยใช้ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จำนวน 4 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบrubricที่ดัดแปลงมาจาก Jackson (2001)

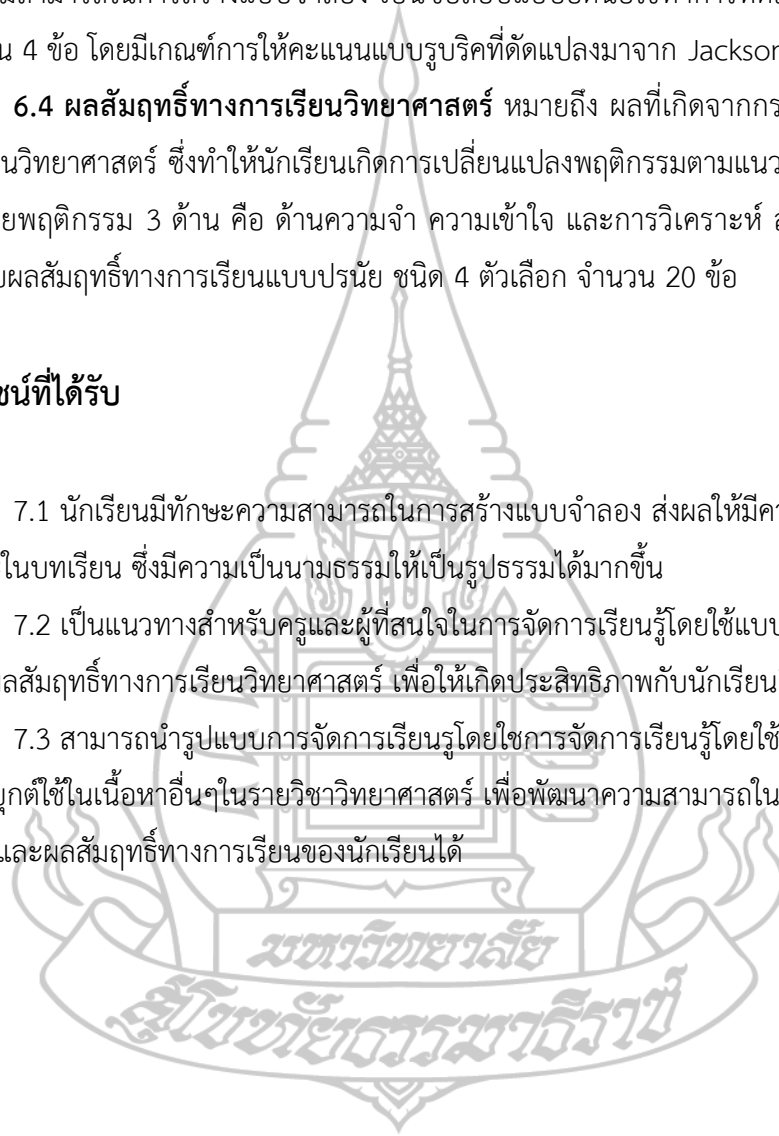
6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามแนวคิดของบลูมซึ่งจะประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความจำ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักเรียนมีทักษะความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ส่งผลให้มีความรู้ ความเข้าใจ เนื้อหาสาระในบทเรียน ซึ่งมีความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้มากขึ้น

7.2 เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพกับนักเรียนยิ่งขึ้น

7.3 สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาอื่นๆในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าเป็นไปตามขั้นตอน ผู้วิจัยจึงกำหนดลำดับหัวข้อเรื่องเอกสารและงานวิจัยดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
 - 1.1 สาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
 - 1.2 สาระสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 คุณภาพของผู้เรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 - 1.5 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน
2. แบบจำลอง
 - 2.1 ความหมายของแบบจำลอง
 - 2.2 ประเภทของแบบจำลอง
 - 2.3 ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง
 - 2.4 ความหมายของแบบจำลองทางความคิด
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

- 4.1 ความหมายของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
- 4.2 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
- 4.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้าง

แบบจำลอง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

- 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5.5 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5.6 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดี

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 6.1 งานวิจัยในประเทศ
- 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดใน

การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมีวามมนุษย์

และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 สารสำคัญของวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1.2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

1.2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

1.2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.2.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 คุณภาพของผู้เรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.3.1 เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

1.3.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้และการแยกสารอย่างง่าย

1.3.3 เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัทธิแรงเสียดทาน แรงแม่เหล็กไฟฟ้าและผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุจลจลไฟฟ้าอย่างง่าย ปฏิกิริยาเคมีเบื้องต้นของเสียง และแสง

1.3.4 เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

1.3.5 เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

1.3.6 ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกันเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

1.3.7 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.3.8 วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

1.3.9 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

1.3.10 แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

1.3.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

1.3.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/1

มาตรฐาน 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/2 และ ป.4/3

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/2

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/3

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/3

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของ
เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต
และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/2 และ ป.4/3

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง
อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และ
การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม ประกอบด้วยตัวชี้วัด ป.4/1, ป.4/4,
ป.4/3 และ ป.4/5

1.5 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนบ้านทับท้อ

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1. กลุ่มสิ่งมีชีวิต	6
	2. หน้าที่ของส่วนต่างๆของพืช	18
	- ความหลากหลายของพืช	2
	- ศึกษากลุ่มพืชดอก	3
	- ศึกษาท่อลำเลียงของพืช	4
	- การคายน้ำของพืช	3
	- การสร้างอาหารของพืช	3
	- ส่วนประกอบของพืชดอก	3
แรงโน้มถ่วงของโลก	1. แรงโน้มถ่วงของโลก	3
และตัวกลางของแสง	2. ตัวกลางของแสง	3

2. แบบจำลอง

2.1 ความหมายของแบบจำลอง

Cartier et al. (2001) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า แบบจำลอง เป็นแนวคิดที่ใช้สำหรับการอธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจากผลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

Halloun (2006) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นการจัดระบบทางแนวคิดภายใต้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปยังแบบแผนของโครงสร้างและลักษณะของระบบทางกายภาพที่มีความเฉพาะเจาะจง

Schwarz et al. (2009) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า เป็นตัวแทนความคิดเชิงนามธรรมของวัตถุ ระบบ หรือปรากฏการณ์ ซึ่งจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น โดยแบบจำลองมีลักษณะสำคัญ คือ การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

Hoskinson et al. (2014) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการสร้างความหมาย ช่วยให้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งที่เป็นอุดมคติมีความสัมพันธ์กันและอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นำมาใช้สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการหรือการดำเนินการ และทำนายจากเหตุและผล

Bryce et al. (2016) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า เป็นตัวแทนความคิดที่ได้รับการจัดกระทำให้ง่ายขึ้นจากระบบที่มีความซับซ้อน เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจองค์ความรู้ที่ได้มาและใช้สำหรับการสื่อสาร

จากการศึกษาความหมายของแบบจำลอง สรุปได้ว่า แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนความคิดในการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติให้อยู่ในรูปแบบที่ทำความเข้าใจง่าย

2.2 ประเภทของแบบจำลอง

Boulter and Buckley (2000) แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการแสดงออกของแบบจำลอง ดังนี้

1) รูปธรรม (Concrete model) เป็นแบบจำลองที่สามารถสัมผัสได้สร้างเป็นสามมิติ ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะเหมือนกับเป้าหมายแต่มีสัดส่วนเล็กกว่าจะเรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า scale model เช่น แบบจำลองอะตอมพลาสติก แต่ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะและสัดส่วนไม่เหมือนเป้าหมายแต่มีหน้าที่การทำงานที่สามารถอธิบายเป้าหมายได้ เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า functional model เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น

2) คำพูด (Verbal model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำพูดหรือคำอธิบายในการบรรยาย ข้อความรู้อย่างต่าง ๆ กับลักษณะที่แสดงออก เช่น คำพูดในการอธิบายการทำงานของเซลล์เหมือนกับ โรงงาน เป็นต้น

3) คณิตศาสตร์ (Mathematical models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณ เช่น สัญลักษณ์หรือสมการคณิตศาสตร์

4) ภาพ (Visual or diagrammatic models) เป็นแบบจำลองที่สามารถมองเห็นได้ในสองมิติ เช่น กราฟ แผนภาพ รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

5) ลักษณะท่าทาง (Gestural models) เป็นแบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเดินขึ้นบันไดของนักเรียนเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอน เป็นต้น

Gilbert (2005) ได้แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะของการมีส่วนร่วมของบุคคลได้ดังนี้

1) แบบจำลองทางความคิด (Mental model) คือ แบบจำลองหรือภาพในสมองที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

2) แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed model) คือ แบบจำลองทางความคิดที่มีการนำเสนอหรือแสดงออกให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งอาจจะแสดงออกในรูปแบบของ คำพูด ภาพวาด หรือ ลักษณะท่าทาง เป็นต้น

3) แบบจำลองที่เป็นมติของกลุ่ม (Consensus model) คือแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากภายในกลุ่มผู้ซึ่งศึกษาเรื่องนั้น ๆ อาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลการทดลองหรือ ประสบการณ์ของแต่ละกลุ่ม

4) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific model) คือ แบบจำลองที่ได้รับการทดสอบอย่างเป็นทางการ มีการยอมรับจากมติประชาคมวิทยาศาสตร์และมีการเผยแพร่ในวารสารต่าง ๆ

5) แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ (Historical model) คือ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในอดีตที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์

Nicolaou and Constantinou (2014) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) แบบจำลองทางความคิด (Mental models) เป็นแบบจำลองที่ได้จากกระบวนการทางปัญญาของบุคคลได้รับประสบการณ์จากสถานการณ์ใหม่ แบบจำลองประเภทนี้จะมีการปรับเปลี่ยนโดยการพิจารณาสถานการณ์เดิมกับสถานการณ์หรือกระบวนการใหม่

2) แบบจำลองทางมโนทัศน์ (Conceptual models) เป็นแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาโมเดลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ แบบจำลองประเภทนี้สร้างขึ้นในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ และนำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์และสร้างคำทำนาย

3) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific models) เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนความคิดที่ได้รับการแปลความหมาย มักจะอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ และเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาความรู้หรือการทดสอบทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Jong et al. (2015) จำแนกประเภทของแบบจำลองตามการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific models) หมายถึง แบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการอธิบาย

2) แบบจำลองทางความคิด (Mental models) เป็นคำอธิบายของนักเรียนในปรากฏการณ์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

3) แบบจำลองที่แสดงออก (Express models) ประกอบไปด้วยแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual models) และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models)

Bryce et al. (2016) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองทางชีววิทยาตามการนำไปใช้ในการเรียนรู้ชีววิทยาออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1) แบบจำลองเชิงรูปธรรม (Concrete models) เช่น แบบจำลองลักษณะทางกายภาพของดีเอ็นเอ แบบจำลองดินน้ำมันแสดงระบบย่อยอาหาร เป็นต้น

2) แบบจำลองเชิงภาษา (Verbal models) เช่น การบรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของดีเอ็นเอ การบรรยายโดยเปรียบเทียบงอยปากของนกฟินช์กับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับประทานอาหารต่าง ๆ เช่น ช้อน ส้อม ตะเกียบ เป็นต้น

3) แบบจำลองเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic models) เช่น การใช้สัญลักษณ์และสมการมาช่วยในการคำนวณความถี่แอลลีล เป็นต้น

4) แบบจำลองเชิงภาพ (Visual models) เช่น ภาพแสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอภาพแสดงทางเดินอาหารของสัตว์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

5) แบบจำลองเชิงท่าทาง (Gestural models) เช่น การใช้มือแสดงการเคลื่อนที่แบบเพอริสตัลซิส เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายและประเภทของแบบจำลอง สามารถสรุปได้ว่าความหมายและประเภทของแบบจำลองนั้นมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกขึ้นอยู่กับการใช้งานแต่แบบจำลองมีเป้าหมายเดียวกันคือเพื่อใช้ในการสื่อสาร นำเสนอ อธิบาย

ปรากฏการณ์ ทฤษฎี ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้ให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยประเภทของแบบจำลองที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ คำอธิบาย การเปรียบเทียบ และภาพเคลื่อนไหวต่างๆ

2.3 ความหมายของแบบจำลองทางความคิด

Vosniadou (1994) อธิบายว่า แบบจำลองทางความคิด คือ ตัวแทนของความคิดหรือตัวแทนในการเปรียบเทียบที่สร้างขึ้นเฉพาะแต่ละบุคคล ซึ่งพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์นั้นๆได้โดยตรง

Greca and Moreira (2000) อธิบายว่า แบบจำลองทางความคิดก็จะมีลักษณะคล้ายกับแบบจำลอง โดยลักษณะของแบบจำลองทางความคิดจะไม่สมบูรณ์ มีข้อบกพร่อง ไม่ชัดเจน เพราะด้วยความรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป แต่แบบจำลองทางความคิดก็สามารถปรับปรุงให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้นได้

แบบจำลองทางความคิดเป็นตัวแทนของแนวคิดและความคิดภายในของบุคคลใดบุคคลหนึ่งโดยสร้างเป็นโครงสร้างหน่วยความจำที่สามารถใช้คาดการณ์เหตุการณ์ที่ยากต่อการเข้าใจ เช่นเดียวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนเข้าใจหลักการพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ (David, 2005)

Gilbert (2005) ให้ความหมายของแบบจำลองทางความคิดว่า เป็นแบบจำลองหรือภาพในสมองที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

Nicolaou and Constantinou (2014) ให้ความหมายของแบบจำลองทางความคิดว่า เป็นแบบจำลองที่ได้จากกระบวนการทางปัญญาของบุคคลได้รับประสบการณ์จากสถานการณ์ใหม่ แบบจำลองประเภทนี้จะมีการปรับเปลี่ยนโดยการพิจารณาสถานการณ์เดิมกับสถานการณ์หรือกระบวนการใหม่

โดยสรุปแล้วในงานวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดความหมายของแบบจำลองทางความคิดว่า เป็นตัวแทนทางความคิดของแต่ละบุคคลที่ใช้ในการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสิ่งที่สนใจให้อยู่ในรูปแบบที่ทำความเข้าใจง่าย ซึ่งมีลักษณะเชิงรูปธรรม

2.4 ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง

แบบจำลองมีลักษณะเฉพาะตัวและมีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังที่นักการศึกษาได้ระบุไว้ดังนี้

Gilbert and Ireton (2003) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญ ของแบบจำลองไว้ดังนี้

1) ไม่เป็นของจริง (Artificial) แบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น อย่างไรก็ตามการไม่เป็นของจริงก็ไม่ใช่ว่าการเป็นของปลอม

2) คำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก (Utilitarian) แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์บางประการ มักถูกใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายมากกว่าการเป็นตัวแทนของเป้าหมายทั้งหมด เช่น การใช้แบบจำลองของโลกเพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์ไม่ใช่เพื่อการศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยา

3) ง่าย (Simplified) การสร้างแบบจำลองต้องมีกระบวนการที่ง่ายซับซ้อนมีรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4) ต้องตีความหมาย (Interpreted) แบบจำลองต้องตีความหมายได้ เพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เป้าหมายโดยระดับความยากง่ายขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง

5) มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) แบบจำลองทุกชนิดจะไม่มี ความสมบูรณ์ในการเป็นตัวแทนของเป้าหมาย เนื่องจากแบบจำลองมีเป้าหมายเฉพาะที่ถือว่าสำคัญที่สุด

ชัยวิชิต เขียวรชนะ (2560) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแบบจำลองไว้ดังนี้

1) สามารถสะท้อนปรากฏการณ์ที่ทำการศึกษได้
2) สามารถเป็นเครื่องในการสร้างความคิดรวบยอด (concept) ใหม่ได้
3) สามารถสะท้อนถึงชุมชนทรัพยากรทางปัญญาในการเพิ่มองค์ความรู้ (body of knowledge) ได้

4) สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลกลไกต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษาได้ถูกต้องและเชื่อถือได้

5) สามารถตรวจสอบ ทดสอบได้

6) สามารถอธิบาย หรือ ทำนาย หรือ ควบคุม ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) ได้ระบุถึงลักษณะของแบบจำลอง ดังนี้

1) แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย (target) ที่อาจเป็นสิ่งของ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ ซึ่งถูกออกมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ

2) แบบจำลองใช้ในการเปรียบเทียบให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมาย ซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้ โดยเฉพาะการตั้งสมมุติฐานเพื่อทำนายผล

3) แบบจำลองแตกต่างจากเป้าหมาย ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายกว่า

4) แบบจำลองสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

5) แบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

6) แบบจำลองอาจแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดจากหลอดทดลอง

7) แบบจำลองแสดงเพียงบางส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดปฏิกิริยาในหลอดทดลอง

- 8) แบบจำลองสามารถมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงได้
 - 9) แบบจำลองบางชนิดแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง
 - 10) แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักต่อโต๊ะเรียน
 - 11) แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ในสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมคาร์บอนในเพชร
 - 12) แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์ ช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบหรือบางสิ่งบางอย่าง เช่น การแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน
 - 13) แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองเครื่องเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- กล่าวโดยสรุป แบบจำลองมีลักษณะและข้อจำกัดบางประการที่ควรทำความเข้าใจก่อนการนำไปใช้งาน ได้แก่ การเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น จึงทำให้แบบจำลองไม่เป็นของจริง สร้างขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง มีกระบวนการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อเป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายในการอธิบายหรือพยากรณ์ ซึ่งสามารถมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงแสดงสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรม โดยแบบจำลองทุกประเภทสามารถปรับปรุงแก้ไขได้

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้าง ปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลองเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ได้ศึกษา โดยมีทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐาน คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ลักษณะ สตรีวัตน์ (2557) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของออสซูเบล (Ausubel) และเพียเจต์ (Piaget) ซึ่งสามารถสรุปหลักการสำคัญได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หลักการสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Apparatus) ของตน

2. การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยโครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

3. การที่ผู้เรียนไม่ได้รับเอาข้อมูลและเก็บข้อมูลความรู้ขึ้นมาเป็นของตนเองแต่จะแปลความหมายของข้อมูลความรู้เหล่านั้น โดยประสบการณ์ของตนและเสริมขยายและทดสอบการแปลความหมายของตนด้วย

4. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่แต่ละบุคคลได้สร้างความรู้ขึ้นและทำให้สำเร็จโดยผ่านกระบวนการของความสมดุล ซึ่งกลไกของความสมดุลเป็นการปรับตัวของตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุลที่ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ประการ คือ

4.1 การซึมซับหรือดูดซับ (Assimilation) เป็นกระบวนการที่มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและซึมซับหรือดูดซับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน โดยสมองจะปรับเอาประสบการณ์ใหม่เข้ากับความคิด ความรู้ในโครงสร้างที่เกิดจากการเรียนรู้เดิมที่มีอยู่

4.2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการซึมซับหรือดูดซับ คือ เมื่อได้ซึมซับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างเดิมแล้วก็จะทำการปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองก่อนแล้ว แต่ถ้าเข้ากันไม่ได้ก็จะทำการสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อรับประสบการณ์ใหม่นั้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์(2553) กล่าวว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมของ Piaget การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทั้งนี้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือจากทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget และ Vygotsky ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา (Cognitive constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social constructivism) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา (Cognitive constructivism) ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Jean Piaget ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้าง (construct) ความรู้ขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมโดยการปรับตัวด้วย

กระบวนการสู่สภาวะสมดุล ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐาน 2 อย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (assimilation) และการปรับโครงสร้าง (accommodation) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) และเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) จึงพยายามปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลใหม่เพื่อให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) หรือเกิดการเรียนรู้ตนเอง (สรวงศ์ คุ้มตระกูล, 2553)

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ Vygotsky ซึ่งมองว่าการสร้างองค์ความรู้นอกจากการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งแวดล้อมและความรู้เดิมที่มีอยู่ซึ่งถือเป็นการเรียนรู้ในระดับเอกบุคคล (Individual learning) แล้วการสร้างองค์ความรู้ยังเป็นกระบวนการทางสังคมด้วย (Social process) (Appleton, 1997 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า นักเรียนทุกคนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับบางสิ่งอยู่แล้ว ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจจะมีความรู้ในสิ่งๆ นั้นไม่เท่ากันและความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคนนั้นเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบความรู้เดิมและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งนั้น จึงเกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้น โดยความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นความจริงที่ไม่คงที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับสรวงศ์ คุ้มตระกูล (2550) ให้ความสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองไปที่มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพราะเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้จากการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ด้วยตนเองได้จากการจัดสถานการณ์ที่คล้ายกับในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นแล้ว นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้อย่างหลากหลาย

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่เชื่อว่านักเรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเองจากสิ่งที่พบเห็นเข้ากับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ซึ่งผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นรวมไปถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน กับครูและกับสภาพแวดล้อม

3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรควรให้นักเรียนได้ฝึกสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแบบจำลอง

มาอธิบายสิ่งต่างๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ให้หาหรือสร้างแบบจำลองใหม่มาอธิบาย กระบวนการจัดการเรียน
ในลักษณะนี้ เรียกว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Gilbert et al., 2000)

Buckley et al. (2004) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ การจัดการ
เรียนรู้ที่ทำให้เกิดกระบวนการในการทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ โดยผ่านการสร้างและ
ปรับปรุงแบบจำลองนั้นอย่างต่อเนื่อง

Jong et al. (2015) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือการจัดการ
เรียนรู้โดยมีการสร้างแบบจำลองขึ้นในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู
และนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนเพื่อพัฒนาความคิด

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดย
ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model based Learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้
นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลอง
เป็นตัวแทนทางความคิดประกอบการอธิบายปรากฏการณ์

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการฝึกปฏิบัติจากการสร้างและ
ปรับปรุงแบบจำลองเพื่ออธิบายสิ่งที่ปรากฏเป็นรูปธรรม เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหรือสิ่ง
ที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น

3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gobert & Buckley (2002) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง
เป็นฐาน ดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. ครูผู้สอนทำการประเมินเพื่อสรุปแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากเหตุผล
ที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา
3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันทั้งข้อมูล
เกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้นโดยเขียน
เป็นแผนผังความคิด (Concept Mapping) โดยเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง
(Analogous System) ที่นักเรียนทราบ จากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง
4. แก้ไขแบบจำลอง โดยนักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูก
ปฏิเสธเนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision)
และการแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาได้ดีขึ้น
5. ขยายแบบจำลอง โดยให้นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไป
รวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อให้แนวคิดกว้างขึ้น

Buckley et al. (2004) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นตอนสนองต่องานที่ได้รับ (Response to task) โดยให้นักเรียนเขียนความรู้อเดิมและข้อมูลใหม่ ที่ได้รับ
2. ขั้นสร้างแบบจำลองเริ่มต้น (Formation initial model) นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นตรวจสอบข้อมูล แล้วลงมือสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ขึ้นมา
3. ขั้นนำไปใช้และประเมิน (Implementation and evaluation) นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และประเมินแบบจำลอง
4. ขั้นปฏิเสธแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลอง
 - 4.1 ขั้นปฏิเสธแบบจำลอง (Revision) นักเรียนปฏิเสธแบบจำลอง ถ้าพบว่าแบบจำลองที่สร้างไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม
 - 4.2 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Revision) นักเรียนทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น
5. ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวม กับแบบจำลองอื่น ๆ เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลอง (Generating model) ครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและสร้างความสนใจ ให้นักเรียนด้วยคำถามหรือกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด
2. การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model) ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งนักเรียนควรได้ฝึกออกแบบ ดำเนินการทดลอง หรือค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้การรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ และตรวจสอบว่าแบบจำลองของตนเองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และมีการนำความสัมพันธ์ในแบบจำลองมาอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นใหม่และอาจมีการเปลี่ยนแปลงภาพวาดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาความรู้เพิ่มเติม และได้ดัดแปลงและแก้ไขแบบจำลองจนสามารถใช้อธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง นักเรียนอาจสามารถเปรียบเทียบแบบจำลองจากกลุ่มเรียน ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating model) เป็นการใชแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้น สามารถใช้ อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้อีกหรือไม่

จากการศึกษาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประเมินปรับปรุง ดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์และถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายและทำนายสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจให้เป็นรูปธรรม ผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ประกอบด้วย 4 กระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

1. การสร้างแบบจำลอง (Construct models) ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้และให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎีที่ศึกษาด้วยความเข้าใจของนักเรียน

2. การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model) นักเรียนประเมินความสอดคล้องของแบบจำลอง ที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ และหาความรู้เพิ่มเติม ดำเนินการทดลอง หรือค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์

3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) นักเรียนมีการดัดแปลงแก้ไข เปรียบเทียบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแบบจำลองของตนเองและแบบจำลองของเพื่อน ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อสร้างแบบจำลอง ที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating model) นักเรียนนำแบบจำลองที่สมบูรณ์มาทำนาย และอธิบายอธิบายเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือลักษณะของปรากฏการณ์อื่น ๆ

3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>1. เริ่มต้นบทเรียนด้วยแนวคิดที่ง่ายและสร้างประเด็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและสะท้อนความคิดของตนเองออกมา และให้นักเรียนสื่อสารความเข้าใจของตนเองออกมาด้วยการวาดภาพหรือการพูด</p> <p>2. ครูสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการสาธิตเหตุการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย แล้วอภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว</p> <p>3. ครูส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองแนวคิดโดยการถามนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ของแนวคิดหรือการวาดรูปเพื่อแสดงเปรียบเทียบ</p> <p>4. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนปรับแบบจำลองแนวคิดให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น</p> <p>5. มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง</p>	<p>1. นักเรียนควรแสดงบทบาทเป็นครู โดยการถ่ายทอดแนวคิดให้เพื่อนร่วมชั้นได้เข้าใจและมีการเรียนรู้แบบร่วมมือ รวมถึงใช้วิธีการอ่าน เขียน อภิปรายและโต้เถียงเพื่อส่งเสริมความสนใจ เจตคติและความเชื่อของตนเอง</p> <p>2. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสนใจและตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล</p> <p>3. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง</p> <p>4. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย</p> <p>5. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้นั้น</p>

จะเห็นว่าบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้น ครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของตนเองออกมา โดยสร้างสถานการณ์หรือการใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและอธิบายเหตุผล รวมไปถึงการแสดงออกแบบจำลองที่หลากหลายทั้งภาพวาด คำพูด ลักษณะท่าทาง เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ

4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

4.1 ความหมายของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง นักวิชาการและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับคุศัพท์เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง คือ Modeling ,Mental model และ Making model โดยให้ความหมายของการสร้างแบบจำลอง และมีการให้ความหมายไว้ ดังนี้

Tobin and Hook (1997) ได้ให้ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางความคิดว่าเป็นการสร้างแนวคิดขึ้นภายในความคิดของแต่ละบุคคล เพื่อใช้แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือเพื่ออธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

National Research Council (2011) ได้ให้ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการผลิตและปรับปรุงแบบจำลอง ซึ่งเป็นหลักพื้นฐานในการ ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Hoskinson et al. (2014) ได้ให้ความหมายของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนทัศน์ (Conceptual construction) ที่ช่วยทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบที่มีความซับซ้อนและยุ่งยาก โดยการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การสร้างและการใช้แบบจำลอง

สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ (2549) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบจำลองทางความคิดว่าเป็นตัวแทนที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้แทนความรู้ในความทรงจำ หรือใช้แทนสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้ให้ความหมายของทักษะการสร้างแบบจำลอง (Formulating Models) ว่าคือ ความสามารถในการสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลอง

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ว่า เป็นทักษะที่สามารถสร้างแบบจำลองขึ้นตามความคิดของแต่ละบุคคลเพื่อแสดงออกมาสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งอาจมาจากปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ศึกษาหรือสนใจให้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพวาด การใช้สัญลักษณ์ การเปรียบเทียบ ตลอดจนความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อเป็นตัวแทนของความคิดได้

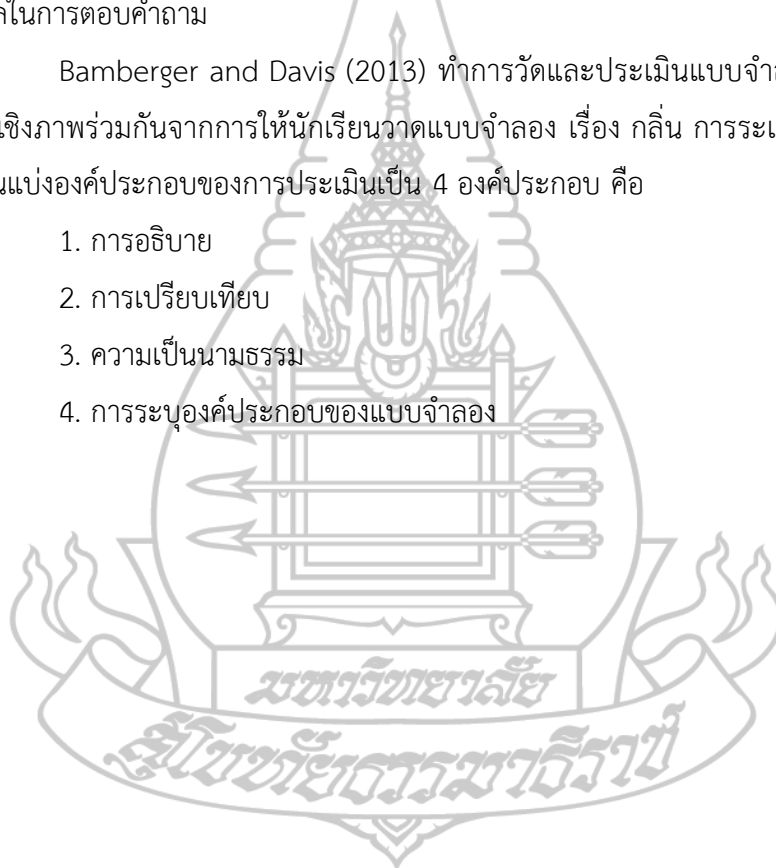
4.2 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

Jonassen and Cho (2008) กล่าวถึงการวัดแบบจำลองทางความคิดว่าเป็นวิธีที่ทำให้ทราบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนว่าสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ รวมถึงทำให้ทราบว่าแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน พบว่าสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งใช้การสัมภาษณ์

ณัชรฤต เกื้อทาน และคณะ (2554) การใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิด ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบข้อความปลายเปิด(Open-end) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เขียนเหตุผลอธิบายและคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม

Bamberger and Davis (2013) ทำการวัดและประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและแบบจำลองเชิงภาพร่วมกันจากการให้นักเรียนวาดแบบจำลอง เรื่อง กลิ่น การระเหย และแรงเสียดทาน จากนั้นแบ่งองค์ประกอบของการประเมินเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. การอธิบาย
2. การเปรียบเทียบ
3. ความเป็นนามธรรม
4. การระบุองค์ประกอบของแบบจำลอง



ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ที่ใช้ประเมินแบบจำลองเชิงภาษาและเชิงภาพ (Bamberger and Davis, 2013)

ระดับ	คำอธิบาย	การเปรียบเทียบ	ความเป็นนามธรรม	การระบุ
1	แบบจำลองไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนและหลัง แต่ไม่มีการอธิบายกระบวนการ	ไม่มีการเปรียบเทียบแบบจำลอง มีคำอธิบายเฉพาะสถานการณ์เดียว	มีเฉพาะองค์ประกอบที่สามารถมองเห็นได้ เช่น เครื่องดับกลิ่นหรือบุคคล	ไม่มีการระบุค่าสำคัญ
2	แบบจำลองที่อธิบายว่าสิ่งเกิดขึ้นเกิดผ่านกระบวนการที่นำไปสู่ผลลัพธ์ แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผล	มีการเปรียบเทียบแบบจำลองที่อธิบายเพียงสถานการณ์เดียว แต่มีคำศัพท์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น เร็วกว่า ช้ากว่า	มีองค์ประกอบที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น คลื่น การเคลื่อนที่ของโมเลกุล	มีการระบุองค์ประกอบของแบบจำลองบางส่วน
3	แบบจำลองที่อธิบายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นผ่านเหตุผลสำหรับการเกิดผลลัพธ์ โดยมีการอธิบายผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น	มีการเปรียบเทียบแบบจำลองในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งสองสถานการณ์	มีองค์ประกอบที่ไม่สามารถมองเห็นได้ มีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบ	มีการระบุองค์ประกอบของแบบจำลองของนักเรียนทั้งหมด

Lantz (2004) ได้สร้างแบบประเมินการสร่างแบบจำลองแบบเกณฑ์การประเมิน (scoring rubrics) แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ดี ใช้ได้และควรปรับปรุง โดยมีนักเรียนและครูเป็นผู้ประเมินรายการประเมินประกอบด้วย 4 รายการ ดังนี้

1. แบบจำลองแสดงข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่
2. แบบจำลองแสดงออกถึงสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้อย่างชัดเจน
3. แบบจำลองเข้าใจง่าย
4. แบบจำลองมีส่วนเหมาะสม สะอาด และเรียบร้อย

Jackson (2001) ได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำลองที่เป็นภาพวาดและการอธิบาย ของนักเรียน โดยเป็นแบบประเมินแบบรูบริคแบบแยกแยะประเด็นออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) ภาพวาด 2) ความสอดคล้องของภาพวาดและคำอธิบาย 3) คำอธิบาย ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการวาดภาพ (Jackson, 2001)

ระดับ	รายการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
ดี	วาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของผัก การเปลี่ยนแปลงจากหน้าดินที่ไม่มีประโยชน์	คำอธิบายสอดคล้องกับภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ระบุการเปลี่ยนแปลงของพืช ตลอดเวลาจากหน้าดินที่ว่างเปล่าไปสู่การมีไม้ล้มลุก หรือต้นไม้เตี้ยๆ
พอใช้	ไม้ล้มลุกหรือต้นไม้เตี้ย ไปสู่ไม้เถา ไม้เนื้อแข็ง ตามลำดับ ได้อย่างชัดเจน ภาพได้ไม่ชัดเจน	คำอธิบายส่วนใหญ่สอดคล้องกับภาพวาด	ไม้เถา ไม้เนื้อแข็งตามลำดับ และเปลี่ยนแปลงจนคงที่รวมถึงการระบุพืชชนิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละชั้นคำอธิบายขาดรายละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพืช ตลอดเวลาจากหน้าดินที่ไม่มีพืช จนมีพืชล้มลุกหรือพืชที่มีต้นเตี้ย ๆ ไม้เถา ไม้เนื้อแข็งตามลำดับ และเปลี่ยนแปลงจนคงที่รวมถึงการระบุพืชชนิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละชั้น
ควรปรับปรุง	ภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อน	ภาพวาดไม่สอดคล้องกับคำอธิบาย	คำอธิบายผิด
ไม่ผ่าน	ภาพวาดไม่สอดคล้อง	ภาพวาดและคำอธิบายผิด	คำอธิบายผิด

Schwarz et al. (2009) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินกระบวนการปฏิบัติออกเป็น 1) เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างและใช้แบบจำลอง และ 2) เกณฑ์การประเมินกระบวนการปรับปรุงแบบจำลอง

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ในการประเมินกระบวนการสร้างและใช้แบบจำลอง (Schwarz et al., 2009)

ระดับ	พฤติกรรมพึงชี้
4	<ol style="list-style-type: none"> 1) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองในขอบเขตของการช่วยในการคิด 2) นักเรียนพิจารณาว่าปรากฏการณ์และแบบจำลองที่หลากหลายมีความสอดคล้องกัน 3) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อตั้งคำถามใหม่เกี่ยวกับพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์
3	<ol style="list-style-type: none"> 1) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองที่หลากหลายเพื่ออธิบายและทำนายลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง 2) นักเรียนมองว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือที่สามารถสนับสนุนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่มีอยู่และปรากฏการณ์ใหม่ 3) นักเรียนพิจารณาทางเลือกในการสร้างแบบจำลองจากการวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อย ของแบบจำลองที่แตกต่างกันในการอธิบายและทำนาย
2	<ol style="list-style-type: none"> 1) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อแสดงและอธิบายเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ โดยการพิจารณาร่วมกับหลักฐานที่เกี่ยวข้อง 2) นักเรียนมองว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือสื่อสารความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์มากกว่าเครื่องมือสำหรับการสนับสนุนความคิด
1	<ol style="list-style-type: none"> 1) นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อแสดงถึงปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ 2) นักเรียนไม่สามารถมองว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างความรู้ใหม่ แต่มองว่าแบบจำลองเป็นการแสดงถึงสิ่งอื่นซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สังเกต

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้
4	1) นักเรียนพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองเพื่อพัฒนาการอธิบายที่ดีขึ้นก่อนการสนับสนุนด้วยหลักฐาน แบบจำลองที่เปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาคำถามที่ทดสอบกับหลักฐานจากปรากฏการณ์ 2) นักเรียนประเมินแบบจำลองโดยพิจารณาลักษณะร่วมของแบบจำลองที่สามารถพัฒนาคำอธิบายและการทำนายที่มีประสิทธิภาพ
3	1) นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองที่เหมาะสมสอดคล้องกับหลักฐาน เพื่อพัฒนาคำอธิบาย 2) นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลอง จากการมองเห็นองค์ประกอบที่แตกต่างหรือ ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมต่อปรากฏการณ์มากกว่า และมีกลไกในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ดีกว่า
2	1) นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองโดยขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับจากครู หนังสือหรือเพื่อน มากกว่าการพิจารณาจากหลักฐานที่ได้รับจากปรากฏการณ์หรือกลไกในการอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ 2) นักเรียนสร้างการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนารายละเอียด ความชัดเจนและเพิ่มเติมข้อมูล โดยปราศจากการพิจารณาคำอธิบายที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลองหรือความเหมาะสมต่อหลักฐานเชิงประจักษ์
1	1) นักเรียนไม่คาดหวังว่าแบบจำลองที่เปลี่ยนแปลงจะนำไปสู่ความรู้ใหม่ นักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับแบบจำลองในแง่ของความสมบูรณ์ โดยไม่พิจารณาถึงคำตอบที่ถูกหรือผิด 2) นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อประเมินแบบจำลอง

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยเลือกนำเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของ Jackson (2001) มาดัดแปลงซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำลองที่เป็นภาพวาดและการอธิบายของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับวิจัยฉบับนี้

4.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้าง

แบบจำลอง

4.3.1 การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

Shepardson et al. (2011) กล่าวว่าแบบวัดแบบจำลองทางความคิดจะเป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามชนิดปลายเปิด เป็นแบบอัตนัย เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างอิสระ ข้อคำถามโดยส่วนใหญ่จะให้นักเรียนวาดภาพประกอบกับเขียนบรรยาย

อธิบายเหตุผล ซึ่งบางครั้งการใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดโดยให้นักเรียนวาดภาพเพื่อแสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการตีความของผู้วิจัยได้ ดังนั้นงานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดควบคู่ไปกับการวัดโดยใช้เขียนบรรยายเพิ่มเติมในสิ่งที่วาด

ณภัทร สุขนฤเศรษฐกุล, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจ (2564) ได้สร้างแบบวัดสมรรถนะการนำเสนอตัวแทนความคิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ประกอบด้วย ข้อความระบุเหตุการณ์ สถานการณ์ และข้อคำถาม ประกอบด้วย 1) ให้นักเรียนเขียนบรรยาย เขียนสมการ สร้างแผนผัง หรือวาดภาพ เพื่อใช้อธิบายสถานการณ์ดังกล่าว 2) ให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงเลือกนำเสนอด้วยรูปแบบดังกล่าว 3) กำหนดสัญลักษณ์หรือให้ข้อมูลเพิ่มเติม แล้วนำมาปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการนำเสนอข้อมูล และ 4) ให้นักเรียนเปรียบเทียบการนำเสนอข้อมูลในข้อ 1 กับ ข้อ 3

Ozcan and Bezen (2016) ดำเนินการศึกษาและวัดแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับแนวของคิดแรงและความเร็วโดยใช้คำถามปลายเปิดทั้งหมด 4 ข้อในลักษณะการเขียนตอบ แล้วจึงทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้างเกี่ยวกับเนื้อหาโดยผู้เข้าสัมภาษณ์สามารถใช้เวลาได้มากเท่าที่ต้องการข้อมูลของผู้เข้าสัมภาษณ์ทั้งหมดจะถูกเข้ารหัสเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเชิงอุปนัย ซึ่งในการวิเคราะห์จะต้องทำให้จำนวนประเภทของแบบจำลองน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Lowest Number of Categories) และต้องจำแนกได้เป็นประเภทของแบบจำลองทางความคิดที่สะท้อนเนื้อหาได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาการสร้างวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองพบว่า ก่อนการสร้างแบบวัดผู้วิจัยต้องวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ทักษะกระบวนการที่ต้องการจะวัดลักษณะแบบวัดควรเป็นแบบสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์สามารถถามได้หลายข้อ ข้อสอบต้องชัดเจนว่าต้องการวัดทักษะกระบวนการใดด้วยการอธิบายแบบจำลองทางความคิดของตนเองโดยใช้คำถามปลายเปิด หรือข้อสอบอัตนัย

ข้อสอบอัตนัย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่าข้อสอบอัตนัย หรือข้อสอบความเรียง เป็นข้อสอบที่ให้ผู้ตอบหาคำตอบเอง โดยการเขียนบรรยายหรือแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เรื่องราวพฤติกรรมต่างๆ จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมา ลักษณะของข้อสอบอาจจะเป็นโจทย์ หรือคำถามที่กำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างกว้างๆ หรือเฉพาะเจาะจง

เสรี ลาขโรจน์ (2552) กล่าวว่าข้อสอบแบบอธิบายความหรือให้แสดงเหตุผล หรือวิธีการหรือแสดงกระบวนการยาวๆ ที่เรียกว่า “อัตนัย” มักถูกใช้เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน นั่นคือ การวัดและการประเมินผลเพื่อให้คะแนนหรือตัดเกรด

การตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัย

พิชิต ฤทธิจรูญ (2545) กล่าวว่า การตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัยมีวิธีการดังนี้

1. จะต้องมีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนไว้ก่อน โดยแยกเป็นข้อๆ หรือแต่ละประเด็นให้ชัดเจน

2. ควรตรวจให้คะแนนทีละข้อจนครบหมดทุกข้อ แล้วจึงตรวจข้อใหม่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบระหว่างคำตอบของแต่ละคน

3. ถ้ามีการตรวจหลายคน อาจแบ่งกันตรวจคนละข้อ หรือตรวจคนละกลุ่มแต่จะต้องปรึกษาหารือเกี่ยวกับแนวทางและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ถ้าเป็นการสอบที่สำคัญมากๆ อาจตรวจกันหลายคนแล้วใช้คะแนนเฉลี่ยแทน

4. ต้องตรวจให้คะแนนด้วยความรอบคอบ มีความเที่ยงธรรมปราศจากอคติ หรือความลำเอียง

5. ถ้าไม่ใช้การวัดทักษะในการเขียนหรือไวยากรณ์ ก็ไม่ต้องนำเรื่องทักษะการเขียนหรือไวยากรณ์ไปมีส่วนในการพิจารณาให้คะแนน

6. เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ควรใช้ทั้งเกณฑ์ด้านเนื้อหา (Content Criteria) เกณฑ์ด้านการจัดลำดับความคิด-การเรียงเรื่อง (Organization criteria) และเกณฑ์ด้านกระบวนการทางสมอง (Process criteria) นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้ด้วย

- ความถูกต้องตรงประเด็นที่ถาม
- ความสมบูรณ์ครบถ้วนของประเด็นที่ถาม
- ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สำหรับข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัยสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถวัดสมรรถภาพหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้านโดยเฉพาะด้านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสังเคราะห์จะวัดได้ดี	1. เขียนคำถามได้น้อยจึงวัดได้บางเรื่องไม่ครอบคลุมเนื้อหา
2. ผู้ตอบได้มีโอกาสใช้ความรู้ความคิดและความสามารถในการใช้ภาษาอย่างกว้างขวาง	2. การตรวจให้คะแนนทำได้ยากไม่คงที่แน่นอน มีโอกาสที่จะเกิดความลำเอียงได้ง่าย
3. ผู้ตอบไม่มีโอกาสในการเดาหรือเดาได้น้อยมาก	3. ใช้เวลาในการตรวจมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับใช้สอบในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมากๆ
4. สร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย	4. มีความเชื่อมั่นต่ำ และมักขาดความเที่ยงตรง

ประเภทของข้อสอบอัตนัย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่าทั้งนี้ข้อสอบอัตนัยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบตอบขยาย (Extended response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted response) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น อธิบาย บรรยายอภิปรายได้อย่างเต็มที่ มักใช้กับนักเรียนหรือนักศึกษาในระดับชั้นสูง ลักษณะของคำถามมักจะมีคำว่า จงอธิบาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ สรุป วางแผน ออกแบบการทดลอง ตั้งสมมุติฐาน ตั้งเกณฑ์ตัดสินประเมินผลหรือการแก้ปัญหา

2. แบบจำกัดคำตอบ หรือแบบตอบสั้น (Restricted response or short essay item) เป็นแบบทดสอบที่ถามแบบจำเพาะเจาะจงให้ตอบสั้นภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วย ลักษณะของคำถามมักจะอยู่ในรูป จงอธิบายสั้น จงบอกประโยชน์ จงอธิบายสาเหตุ หรือจงบอกขั้นตอน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545) ได้แบ่งประเภทของแบบสอบความเรียง (Essay Test) ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบสอบความเรียงประเภทจำกัดความยาว แบบสอบประเภทนี้มีการจำกัดความยาวของคำตอบ เป็นต้นว่าให้ตอบไม่เกินหนึ่งหน้ากระดาษคำตอบ หรือให้ตอบโดยมีความยาว 250-300 คำหรือให้ยกตัวอย่างประกอบ 2 ตัวอย่าง เป็นต้น แบบสอบประเภทนี้เหมาะที่จะวัดผลการเรียนรู้ที่สำคัญ ซึ่งผู้ตอบจะต้องเลือกความรู้ที่ดีที่สุดสำหรับคำถามนั้นๆ มาตอบ

2. แบบสอบความเรียงประเภทไม่จำกัดความยาว แบบสอบประเภทนี้จะไม่จำกัดคำตอบ ผู้สอบจะต้องจำกัดคำตอบด้วยตนเองตามความเหมาะสมของคำถามและเวลาสำหรับการตอบนั้น จะต้องจัดเรียงเรียงความรู้ ความคิดที่เกี่ยวข้องและจัดลำดับความรู้ที่สำคัญตลอดจนการประเมินความคิดและเรียงเรียงความคิดในการตอบ โดยให้มีความยาวที่เหมาะสมกับหลักการและเหตุผลที่คำถามต้องการ

เกณฑ์การประเมิน

ราตรี นันทสุนทร (2556) กล่าวว่า ในการประเมินผลการเรียนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 เป็นกระบวนการตรวจสอบการเรียนรู้ และพัฒนาการต่างๆ ของผู้เรียน เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปปรับปรุงการเรียนการสอน และใช้เป็นข้อมูล สำหรับการตัดสินผลการเรียน การประเมินผล การเรียนต้องมีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพ ให้ผลการประเมินถูกต้องตามสภาพความรู้ ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน และใช้การประเมินที่หลากหลายเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด ธรรมชาติวิชา รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เกี่ยวข้องมีส่วนในการตรวจสอบผลการประเมินผล การเรียนได้ ครูต้องประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความรู้ (K) ด้านเจตคติ (A) และด้านทักษะกระบวนการ (P) โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

การประเมินพฤติกรรมด้านความรู้ (K) ใช้วิธีการเขียนตอบ หรือการสัมภาษณ์ที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์ ส่วนพฤติกรรมด้านเจตคติ (A) ใช้วิธีการสังเกต เขียนตอบและสัมภาษณ์ ส่วนเครื่องมือเป็นตารางประมาณค่า แบบวัด และแบบสัมภาษณ์ สำหรับทักษะกระบวนการ (P) ใช้วิธีการปฏิบัติ และการเขียนตอบ ส่วนเครื่องมือใช้เป็นตารางประมาณค่าแบบวัด และแบบสัมภาษณ์ จะเห็นได้ว่าในส่วนของการประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติ และด้านทักษะกระบวนการที่ต้องประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพของชิ้นงาน หรือคุณภาพของกระบวนการปฏิบัติจำต้องใช้เครื่องมือที่บอกคุณลักษณะของงานหรือกระบวนการเหล่านั้นได้ ดังนั้นเครื่องมือต้องมี “เกณฑ์การประเมิน” ที่มีการกำหนดคุณลักษณะของผู้เรียน และมีระดับการให้คะแนนที่ชัดเจนไม่ว่าผู้ประเมินจะเป็นใครก็ตามก็สามารถประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีความเชื่อมั่น และเชื่อถือได้ “เกณฑ์การประเมิน” จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือครูผู้สอนในการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพของชิ้นงาน และคุณภาพของกระบวนการปฏิบัติงานได้

การประเมิน มาจากคำว่า Rubric Score หรือ Rubric + Score

คำว่า Rubric หมายถึง กฎเกณฑ์ เครื่องหมายชี้แนะหรือข้อควรประพฤติปฏิบัติ

คำว่า Score แปลว่า คะแนน

เมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกันเป็น Rubric Score จึงหมายถึง กฎ หรือเครื่องหมาย หรือแนวทางในการให้คะแนนนั่นเอง

ไพฑูรย์ โปธิสาร (2554) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมิน (Rubric assessment) เป็นเครื่องมือสำหรับให้คะแนนในการประเมินการปฏิบัติงาน หรือผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอนได้มอบหมายให้ปฏิบัติ Rubric มากจากคำว่า Rule ซึ่งหมายความว่า กฎ กติกา หรือระเบียบ มีการใช้คำว่า Scoring rubric ในความหมายเดียวกันกับ Rubric assessment

ปัจจุบันนักการศึกษาได้ให้ความสนใจอย่างมากกับการสร้างเกณฑ์การประเมิน ทั้งนี้เนื่องมาจากการวัดและประเมินผลกำลังเปลี่ยนแปลงสู่การประเมินตามสภาพจริงและการประเมินจะเน้นกระบวนการปฏิบัติมากขึ้น ครูจำเป็นต้องพัฒนาเกณฑ์การประเมินที่สะท้อนการสอนของแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้เกณฑ์การประเมินมีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้มากขึ้น

4.3.2 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยนั้นสามารถประยุกต์วิเคราะห์หลักการวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบมาใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยได้ โดยการหาอัตราส่วนของคะแนนที่สอบได้ของคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วคำนวณค่าดัชนีของข้อสอบแต่ละข้อตามหลักการวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบ การแปรความหมายจะแปลความหมายเช่นเดียวกับแบบทดสอบปรนัย แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์แบบทดสอบอัตนัย มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเสมอคือค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ซึ่งเป็นผลจากการให้คะแนน ดังนั้นก่อนวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัย ควร

แน่ใจว่าการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยดีแล้ว เพราะหากก่อนตรวจไม่เป็นปรนัยจะทำให้การแปลความหมายความยากง่ายและอำนาจจำแนกผิดพลาดไปด้วย

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538) วิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยประเภทจำกัดคำตอบ และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (Cronbach's Alpha method) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

5. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของบุคคลเป็นองค์ประกอบด้วยคุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถทางสมองหรือพุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูมและคณะที่มีตั้งแต่ระดับ ความสามารถต่ำสุด คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินค่าไว้ว่า

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึงความสามารถในการระลึกเรื่องราวประสบการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนมาแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1. ความจำในเนื้อเรื่อง เช่น จำคำนิยามของคำศัพท์ นิยามของกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ 2. ความจำในวิธีดำเนินการ เช่น จำระเบียบแบบแผน แนวโน้มและลำดับขั้นตอน การจัดประเภท จำกฎเกณฑ์หรือวิธีการได้และ 3. ความจำความคิดรวบ

ยอด เช่น จำหลักวิชา หรือความจำเกี่ยวกับทฤษฎีหรือโครงสร้าง การถามให้เปรียบเทียบกฎหรือทฤษฎีและให้เลือกว่า สิ่งใดที่โจทย์กำหนดตรงกับกฎหรือทฤษฎีในข้อใด เป็นต้น

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความตีความ และขยายความ จากสื่อความหมายต่างๆ ได้แก่ 1. การแปลความ (Translation) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความหมายจากภาษาหนึ่งมาเป็นอีกภาษาหนึ่ง เช่น กำหนดกราฟและสามารถบอกความหมายของกราฟได้ 2. การตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายเนื้อความหลายๆ ส่วนมาสรุปรวบยอดเป็นเนื้อความใหม่ เช่น ข้อความนี้ กล่าวถึงเรื่องอะไร 3. การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลหรือประสบการณ์เดิม เป็นต้น

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักวิชาที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือไปแก้ปัญหาที่ยังไม่เคยพบมาก่อน โดยอาศัยพื้นฐานของความจำและความเข้าใจโดยแนวคิดหลักคือสถานการณ์ที่นำมาเป็นสิ่งกระตุ้นหรือวัดพฤติกรรมด้านนี้ต้องเป็นสถานการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยได้เรียนมา แต่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้หรือแนวคิดที่ ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยครูต้องไม่นำสถานการณ์ที่ได้สอนไปแล้วมาใช้เพราะจะไม่ใช้การวัดการนำไปใช้แต่จะเป็นการวัดความจำ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแยกแยะสถานการณ์เหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ เป็นส่วนย่อยว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายใด และความสำคัญสัมพันธ์ของแต่ละเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเป็นอย่างไร การวิเคราะห์ต้องอาศัยความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1. วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of element) เป็นการถามให้วิเคราะห์สาเหตุผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวทั้งหมด เช่น ปัญหาอย่างหนึ่ง มีวิธีแก้ได้หลายวิธีแล้วถามว่าวิธีแก้ปัญหาคือวิธีที่ดีที่สุด เป็นต้น 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นความสามารถในการหาว่าความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร เช่น เพราะเหตุใดแสงจึงเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียง เป็นต้น และ 3. วิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นความสามารถในการจับประเด็นของเรื่องราวว่าอยู่ภายใต้หลักการใด เช่น การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าอาศัยหลักการใด เป็นต้น

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ ความสามารถในการรวมสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่มีลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่ใหม่แตกต่างจากเดิม การสังเคราะห์เป็นความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์โดยบลูมได้แบ่งการสังเคราะห์ออกเป็น 3 ด้าน คือ (1) สังเคราะห์ข้อความ (Production of unique communication) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยการพูด การเขียน หรือสื่อออกมารูปแบบอื่น เช่น ความสามารถในการวิจารณ์

เหตุการณ์ (2) สังเคราะห์แผนงาน (Production of plans and proposed set of operations) มองด้านการวางแผน หรือการกระทำที่เสนอเพื่อเป็นแนวปฏิบัติเช่น วางแผนการทดลอง วางแผนการสอนในรูปแบบใหม่ วางแผนครอบครัว หรือวางแผนสร้างที่อยู่อาศัย เป็นความสามารถ ด้านวางแผนล่วงหน้า เพื่อให้งานนั้นดำเนินไปด้วยดี (3) สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of abstract relations) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อยๆ เช่น ปรากฏการณ์ ข้อความ สัญลักษณ์ทั้งหลายมาเกี่ยวพันแล้วเกิดรูปลักษณะใหม่ ที่มีลักษณะเปลี่ยนไป

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดให้การใช้ การตัดสินใจอย่างรวดเร็ว ปราศจากการพิจารณาอย่างระมัดระวัง เรียกว่า “ความคิดเห็น” ซึ่งเป็นระดับที่ ใช้สติปัญญาน้อยกว่าการประเมิน การประเมินเป็นการนำความคิดเห็นไปเทียบกับเกณฑ์ที่จำแนกความแตกต่างได้เด่นชัดและใช้สติปัญญาอย่างสูงในการพิจารณา การประเมินอาศัยเกณฑ์อยู่ 2 อย่าง คือ อาศัยข้อเท็จจริงภายในและอาศัยเกณฑ์ภายนอก (1) ประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgment in terms of internal evidence) จะพิจารณาความถูกต้องสมเหตุสมผลความสอดคล้องและเกณฑ์ภายใน อาศัยข้อเท็จจริงภายใน ประเมินความถูกต้องเที่ยงตรงประเมินความสอดคล้องของเรื่อง ประเมินความสมบูรณ์ถูกต้องของข้อมูล ประเมินความเหมาะสมและประสิทธิภาพของวิธีการและการปฏิบัติประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์เช่น สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานของเรื่องนั้นหรือไม่ หรือ ได้ผลตรงตามเป้าหมายมากน้อยเพียงใด และ (2) การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in terms of external criteria) จะอาศัย เกณฑ์หรือมาตรฐานจากภายนอกเปรียบเทียบ เกณฑ์ภายนอกอาจเป็นกฎเกณฑ์ของสังคมหรือ ระเบียบประเพณีกำหนด เช่น การเปรียบเทียบทฤษฎีหลัก ข้อสรุป และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวัฒนธรรมบางอย่าง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์

น้ำทิพย์ พรหมชัย (2547, น. 28) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้ส่วนประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเจตนารมณ์ที่จะมุ่งพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ดังนั้นการที่ครูผู้สอนจะสามารถวัดและประเมินผลในชั้นเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับพฤติกรรม การเรียนรู้ของมาตรฐานและตัวชี้วัดแต่ละตัว ซึ่งมีลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกแตกต่างกัน ประกอบด้วย พฤติกรรมด้านความรู้ (Knowledge) หรือพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute) หรือจิตพิสัย (Effective Domain) และพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการ (Process Skill) หรือด้านทักษะพิสัย Psychomotor Domain)

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งในวิจัยฉบับนี้จะประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ด้านความจำ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์

5.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ของบุคคลว่ามีการเรียนรู้ได้เท่าไร มีความสามารถมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2539) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด

วิรัช วรรณรัตน์ (2541) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของผู้สอบจากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

จากความหมายข้างต้น ที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ ของผู้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อวัดความรู้ในด้าน ความจำ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ทิวต์ล มณีโชติ (2549) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (objective tests) แบ่งได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่

1.1 แบบถูก-ผิด (true-false items) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบตัดสินใจเลือกว่าแต่ละข้อนั้น ถูกหรือผิด แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อคำถามเดี่ยว และข้อคำถามชุดจากสาระที่กำหนด

1.2 แบบจับคู่ (matching items) แบบทดสอบประเภทนี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ข้อความ คือ ข้อความที่เป็นคำถาม (premises หรือ descriptions) กับข้อความที่เป็นคำตอบ

1.3 แบบเติมคำ (completion items) เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้สอบเติมคำหรือข้อความสั้น ๆ ในส่วนที่เว้นว่างไว้ ให้เป็นประโยคที่ถูกต้องสมบูรณ์

1.4 แบบเลือกตอบ (multiple choice test) เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย เพราะสามารถวัดได้ทุกระดับพฤติกรรมของการวัดศักยภาพทางสมอง ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่นิยมใช้มากในปัจจุบันทั่วโลก

2. แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นจึงเหมาะสำหรับวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบอัตนัยแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 แบบจำกัดคำตอบ คือ ให้นักเรียนตอบตามประเด็นที่ระบุไว้

2.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ คือ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี

5.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้กล่าวถึงหลักในการวางแผนสร้างแบบทดสอบดังนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์ของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน

2. ข้อสอบในแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้วตาม

หลักสูตร

3. จำนวนข้อสอบจะต้องเป็นสัดส่วนกับความสำคัญมากน้อยในสิ่งที่ผู้สอนได้เน้นใน

การสอน

4. การจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางใน

การสร้างแบบทดสอบ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2549) ได้กล่าวถึงวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอนให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆและให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัด และมีความชัดเจน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2555) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่าการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังที่จะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มที่มี

ลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่ นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใด ไม่มีคุณภาพหรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

5.5 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาโทบูลย์ (2542) ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดตามแนวของลีโอโพลด์ อี คลอปเฟอร์ (Leopold E Kiopfer) แห่งมหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์ก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

2.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

2.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่

2.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งการวัดพฤติกรรมการความเข้าใจลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังต่อไปนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3.3 การตีความหมายข้อสรุปและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล และการสังเกตต่างๆ ที่สามารถตีความและการขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐาน การสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

3.4 การสร้าง การทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย การตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้อสอบวัดพฤติกรรมโดยจะมีลักษณะแบบยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ๆหรือปัญหาใหม่ๆมาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ การประเมินผลการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ โดยทั่วไปครูควรประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการแก้ปัญหา ลำดับชั้นของกระบวนการทางปัญญา ในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ในปี 1990 โดย Anderson and Krathwohl (2001) ยังคงมีลำดับชั้น 6 ชั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1 จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้บอกได้ระบุ บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

4.2 เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

4.3 ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียน สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ตัดสิน ตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

5.6 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดี

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ที่ดี ดังนี้

1. ความตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเที่ยง แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีคามหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ง่าย มีควมยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

โพธิศักดิ์ โพธิเสน (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ คิดเป็น ร้อยละ 45 และกลุ่มแบบจำลองความคิดที่สมบูรณ์ แต่ถูกต้องบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25 และ (2) แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นำเสนอร่วมกันในชั้นเรียน ตลอดจนส่งผลให้นักเรียนทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิริมล มาฆทาน (2558) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจัดอยู่ในกลุ่มถูกต้องสมบูรณ์ แบบจำลองถูกต้องสมบูรณ์แต่ถูกต้องบางส่วน แบบจำลองทางความคิดถูกต้องหรือสมบูรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และกลุ่มแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องสมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 29.17 , 37.08 , 25.83 และ 7.92 ตามลำดับ (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิชูใบตะห์ กิติชัย (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง บรรยากาศ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดปัตตานี พบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปริณานันต์ นวลจันทร์ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (4) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สิทธิโชค เอี่ยมบุญ (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ณัฐพล กวดไทย (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 คือ 29 36 และ 36 คน และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองในแต่ละวงจรปฏิบัติเท่ากับ 24.86 25.61 และ 26.61 คิดเป็นร้อยละ 77.69 80.03 และ 83.15 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และคะแนนเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านไปแต่ละวงจรปฏิบัติ เมื่อพิจารณาแยกออกเป็น 1) คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 12.69 12.47 และ 12.75 คิดเป็นร้อยละ 79.34 77.95 และ 79.68 ตามลำดับ และ 2) คะแนนจากการประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองโดยมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 12.16 13.13 และ 13.86 คิดเป็นร้อยละ 76.04 82.11 และ 86.63 ตามลำดับ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Littlejohn (2007) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้ แบบจำลองเซลล์พืช และแบบจำลองเซลล์สัตว์ ในโรงเรียนแห่งหนึ่งประเทศอังกฤษเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้อินเทอร์เน็ต เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช และการหายใจระดับเซลล์ ภายหลังการสอนพบว่า นักเรียนได้คะแนนความรู้ ความเข้าใจในอินเทอร์เน็ตดังกล่าวสูงขึ้น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืชกับการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถนำเสนอกระบวนการที่ซับซ้อนให้แก่นักเรียนให้เห็นเป็นรูปธรรมได้

Maia and Justi (2009) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนอายุ 14 -15 ปี ในโรงเรียนรัฐบาลประเทศบราซิล ในห้องเรียนปกติจากการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาจาก “แบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง (model and modelling)” พบว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ โดยการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากการสื่อสารกันภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูดและลักษณะท่าทางในระหว่างการทำกิจกรรม นอกจากนี้การเรียนรู้ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้คำถามของครู รวมทั้งการอภิปรายกันเกี่ยวกับแบบจำลองภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องสมดุลเคมียิ่งขึ้น

Moritz, Bianca, and Drik (2015) ได้ศึกษาและประเมินความเข้าใจในแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเกรด 7 ถึง เกรด 10 จำนวน 617 คน ในรายวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจำนวน 115 มีความเข้าใจทางเกี่ยวข้องกับแบบจำลองเป็นอย่างดีและเห็นตรงกันว่าวิชาชีววิทยาสามารถมองเห็นแบบจำลองได้น้อยกว่าวิชาเคมีและฟิสิกส์ โดยวิชาชีววิทยาเหมาะกับการสร้างแบบจำลองทางนามธรรม เช่น การวาดไดอะแกรม แบบจำลองแบบอนาล็อก เป็นต้น ส่วนวิชาเคมีและวิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนมากการใช้แบบจำลองที่เป็นรูปธรรมจะช่วยเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้เรียนได้

Moutinho, Moura and Vasconcelos (2017) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยบูรณาการกับแบบจำลอง 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ และแบบจำลองผสมผสาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง ภัยธรรมชาติ มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในประเทศโปรตุเกส โดยมีเครื่องมือในการวิจัย คือ 1) แบบวัดแบบจำลองทางความคิด มีลักษณะเป็นขอคำถามแบบ 2 ชั้น จำนวน 15 ข้อ 2) แบบสอบถามเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบจำนวน 6 คำถาม แต่ละคำถามจะมี 2 คำตอบ และ 3) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองประเภทต่างๆ สามารถทำให้

นักเรียนมีความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยนักศึกษามีพัฒนาการของแบบจำลองทางความคิดที่สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจนเนื่องจากมีกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตลอดจนเชื่อมโยงความมีเหตุมีผล ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.3 แบบแผนการทดลอง คือ วิจัยกึ่งทดลอง แบบกลุ่มเดียว วัดก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง จำนวน 4 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

(1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหาสาระกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านทับทอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

(2) ศึกษาความเป็นมา ทฤษฎี และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

(3) วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ เพื่อออกแบบและวางแผนในการจัดการเรียนรู้ การกำหนด และการประเมินผลการเรียนรู้ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด

(4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ให้สัมพันธ์กับ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ ชาตรี ฝ่ายคำตาและภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าหรือออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วประเมินแบบจำลองของตนว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนดัดแปลง แก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนได้แบบจำลองที่สามารถอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลองนักเรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ หรือสถานการณ์อื่น

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

(6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ด้านหลักสูตรและการสอนและการสอนระดับประถมศึกษา เพื่อพิจารณาประเมินคุณภาพความตรงกับความเหมาะสมและความสอดคล้องของ

แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของLikert โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.51 –5.00	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51 –4.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.51 –3.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.51 –2.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 –1.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

(7) นำผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 แผน พบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น เท่ากับ 4.56 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด

(8) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

(1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหาสาระกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านทับทอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

(2) วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อออกแบบและวางแผน ในการจัดการเรียนรู้ การกำหนดขอบเขตและการประเมินผลการเรียนรู้ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด

(3) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์การสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง	จุดประสงค์การเรียนรู้	รวม (ข้อ)
1. ความหลากหลายของพืช	1. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือภาพวาด แสดงส่วนประกอบของพืชทั้งภายในและภายนอกที่ใช้ในการลำเลียงน้ำและอธิบายกระบวนการและทิศทางการลำเลียงน้ำภายในพืช	4
2. ส่วนประกอบของพืชดอก		
3. ศึกษากลุ่มพืชดอก		
4. การศึกษาท่อลำเลียงของพืช	2. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือ ภาพวาด แสดงส่วนประกอบของพืชทั้งภายนอกและภายในที่ใช้ในกระบวนการคายน้ำ และอธิบายกระบวนการและทิศทางของการคายน้ำของพืช	
5. การคายน้ำของพืช		
6. การสร้างอาหารของพืช	3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชมา 1 ชนิด แสดงส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพร้อมอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาของการสังเคราะห์ด้วยแสง	
	4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชดอกมา 2 ชนิด พร้อมอธิบายส่วนประกอบของพืชดอก นำเสนอความแตกต่างระหว่างดอกครบส่วนและดอกไม่ครบส่วน	

(4) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนบรรยายพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบในเรื่อง พืชดอก มีข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ

(5) สร้างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองตามสถานการณ์ทั้ง 4 ข้อ

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

สถานการณ์ที่ 1 : “พืชทุกชนิดมีการลำเลียงน้ำและอาหารเพื่อการดำรงชีวิต น้ำและอาหารจากดินจะถูกดูดซึมผ่านรากชน แล้วลำเลียงแยกกันผ่านท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร”

คำถาม : ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือภาพวาด แสดงส่วนประกอบของพืชทั้งภายในและภายนอกที่ใช้ในการลำเลียงน้ำและอธิบายกระบวนการและทิศทางการลำเลียงน้ำภายในพืช

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
5	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบ	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชได้ครบถ้วน
4	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบ	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชถูกต้องบางส่วน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ระดับ	ประเด็นการประเมิน		
	ความสามารถ	ภาพวาด	คำอธิบาย
3	เขียนแผนภาพ/ภาพวาด แสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบไม้ชัดเจน	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชถูกต้องบางส่วน
2	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบไม้ชัดเจน	คำอธิบายไม่ สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชไม่ครบถ้วน
1	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดไม่ สอดคล้อง	คำอธิบายและ แผนภาพ/ ภาพวาดผิด	คำอธิบายผิด
0	ไม่มีแผนภาพ/ภาพวาด	ไม่มีคำอธิบาย และแผนภาพ/ ภาพวาดผิด	ไม่มีคำอธิบาย

(6) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน

(5) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองโดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

(7) นำแบบวัดที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านกวม อําเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 14 คน ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง พืชดอก เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีวินี และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) และค่าความเชื่อมั่นด้วยโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient)

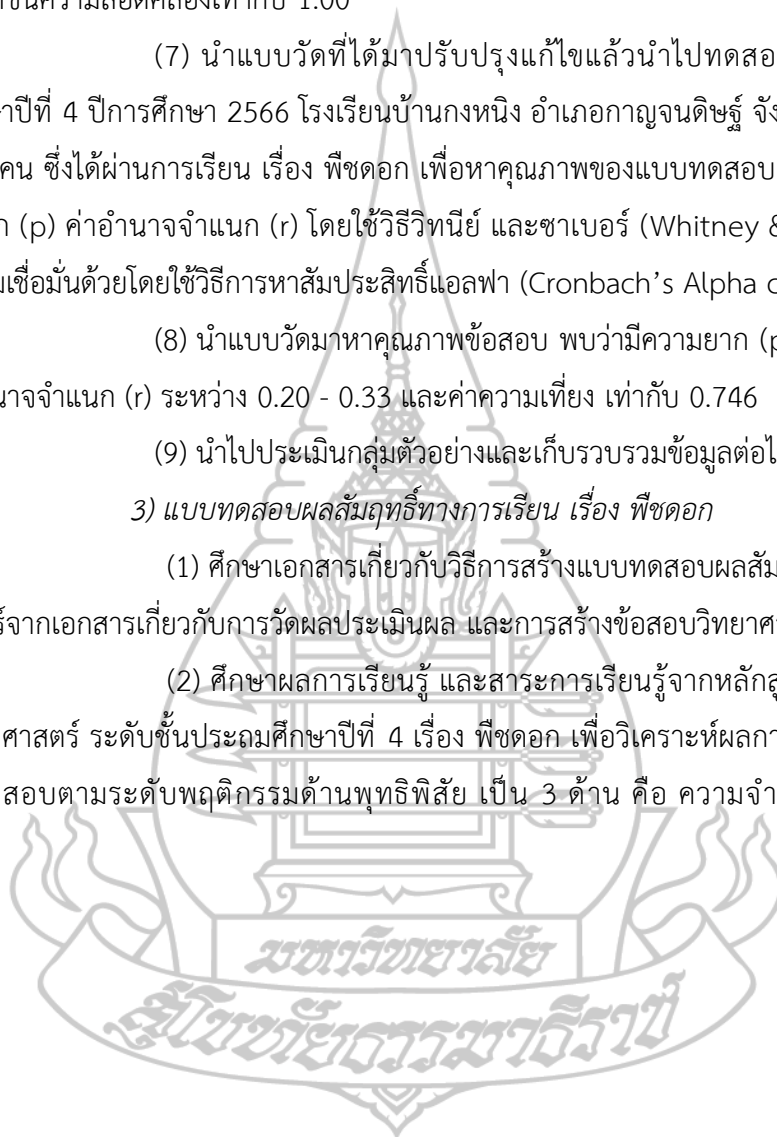
(8) นำแบบวัดมาหาคุณภาพข้อสอบ พบว่ามีความยาก (p) ระหว่าง 0.50 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20 - 0.33 และค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.746

(9) นำไปประเมินกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชดอก

(1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์

(2) ศึกษาผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และแบ่งการออกข้อสอบตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็น 3 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจและวิเคราะห์



ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้และ เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการ วัด (ข้อ)		
		ความจำ	ความ เข้าใจ	วิเคราะห์
1. ความหลากหลายของพืช	จำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มี ดอก โดยใช้การมีดอกเป็นเกณฑ์ได้	-	3	1
2. ศึกษากลุ่มพืชดอก	จำแนกพืชดอกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและ พืชใบเลี้ยงคู่ โดยใช้ลักษณะภายนอกของ พืชเป็นเกณฑ์ได้	-	2	2
3. ศึกษาท่อลำเลียงของพืช	บรรยายโครงสร้าง หน้าที่รากและลำต้น ของพืชดอกได้	2	3	-
4. การคายน้ำของพืช	บรรยายหน้าที่ใบของพืชได้	2	2	1
5. การสร้างอาหารของพืช	บรรยายเกี่ยวกับหน้าที่ของใบในการ สร้างอาหารของพืชได้	2	3	-
6. ส่วนประกอบของดอก	บรรยายหน้าที่และส่วนประกอบของดอก ได้	2	5	-
	รวม	8	18	4

(3) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบคู่ขนานของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก ให้ตรงครอบคลุมสาระการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบ
ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวโดยมีเกณฑ์
การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

(4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อ
พิจารณาให้คำแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

(5) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน
ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก
ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านเนื้อหาและการใช้
ภาษาโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความ

สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนพิจารณา ดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

(6) คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ โดยพบว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 – 1 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบชุดที่ 2 ที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.4 -1 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 29 ข้อ

(7) นำแบบทดสอบ ไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านกุงหนึ่ง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 14 คน จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อหาคุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่าความยากระหว่าง 0.36-0.79 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.14-1.00 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81 และพบว่าแบบทดสอบชุดที่ 2 มีค่าความยากระหว่าง 0.43-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.14-0.86 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.86 และมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81

(8) คัดเลือกแบบทดสอบให้ได้ 20 ข้อ จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับใช้จริง ตรวจทานความถูกต้อง แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนน

4.2 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

4.3 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนนไว้ใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอกมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังนี้

5.1 สถิติที่หาคุณภาพเครื่องมือ

5.1.1 ความตรง (Validity: IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert

5.1.2 ความยาก (Difficulty: p) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี Whitney & Sabers (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2564) ดังนี้

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{\sum H+ \sum L - (2N \text{Score}_{\min})}{2N(\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

5.1.3 อำนาจจำแนก (Discrimination: r) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี Whitney & Sabers (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2564) ดังนี้

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{\sum H+ \sum L}{N(\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

5.1.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) (Cronbach, 1990, p.204) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ α คือ ค่าความเชื่อมั่น

k คือ จำนวนข้อคำถาม

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามที่ i

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

$$\text{โดยที่ } S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบแต่ละคน

5.2 สถิติพื้นฐาน

5.2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2.3 ค่าร้อยละ (Percentage) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ การทดสอบเครื่องหมาย (sign test)

5.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ การทดสอบเครื่องหมาย (sign test)

5.3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ การทดสอบเครื่องหมาย (One sample sign test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test) ผลดังตาราง

ผลคะแนน	n	M	SD	เฉลี่ยร้อยละ	+	-	Ties	p
					differences	differences		
ก่อนเรียน (20 คะแนน)	12	1.50	0.67	7.50	12	0	0	.001
หลังเรียน (20 คะแนน)	12	10.08	3.03	50.42				

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 1.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.67 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าร้อยละ 7.50 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.03 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เท่ากับร้อยละ 50.42 และจากการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียน
 และหลังเรียน

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการ
 เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบ
 เครื่องหมาย (Sign Test) ผลดังตาราง

ผลคะแนน	n	M	SD	เฉลี่ยร้อยละ	+	-	Ties.	p
					differences	differences		
ก่อนเรียน (20 คะแนน)	12	5.50	2.35	27.50	12	0	0	.001
หลังเรียน (20 คะแนน)	12	12.42	1.73	62.08				

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชดอก ของนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 5.50
 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.35 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม
 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าร้อยละเท่ากับ 27.50 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น
 ฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.73 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหา
 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก หลังเรียน
 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าร้อยละ เท่ากับ 62.08 และจากการทดสอบ
 เครื่องหมาย (Sign Test) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท้อที่เรียนด้วยการ
 จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก หลัง
 เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์
 ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการ
 เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบ
 เครื่องหมาย (One sample sign test) ผลดังตาราง

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	n	M	SD	ร้อยละ 70	+	-	Ties	p
					differences	differences		
ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)	12	12.42	1.73	14	4	8	0	.001

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง
 พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มี
 ค่าเท่ากับ 12.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.73 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนน
 เต็ม พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มี
 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง พืชดอก ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ที่ระดับ
 นัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถสรุปการวิจัยอภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเรียน

1.2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเรียน

1.2.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- 2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง จำนวน 4 ข้อ
- 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1.5.1 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนน

1.5.2 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

1.5.3 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนนไว้ใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.6.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test)

1.6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test)

1.6.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติการทดสอบเครื่องหมาย (One sample sign test)

1.7 ผลการวิจัย

1.7.1 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้แยกการอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัยเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้าง

แบบจำลอง พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเฉลี่ยร้อยละ 7.50 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองเฉลี่ยร้อยละ 50.42 เมื่อวิเคราะห์ผล พบว่า ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง อภิปรายได้ว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองมีความสอดคล้องกับขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองนักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดเดิมของตนเองที่มีต่อเนื้อหาต่างๆ ผ่านแบบจำลอง โดยครูเป็นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ แล้วจึงสะท้อนความคิด อธิบายความเข้าใจของตนเองออกมาด้วยการวาดภาพ จากนั้นในขั้นที่ 2 ขั้นการประเมินแบบจำลอง นักเรียนจะทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การสืบค้นหาข้อมูล การสังเกต การทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานเชิงประจักษ์ จากนั้นครูให้ออกาสนักเรียนได้สะท้อนความคิดผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีแบบจำลองกับหลักฐานที่ค้นพบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ ก็จะนำไปสู่การวางแผนปรับปรุงเพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นในขั้นที่ 3 แล้วให้นักเรียนนำเสนอเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนกลุ่มอื่น ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กิจกรรมในขั้นนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่กล่าวว่า การสร้างความรู้ต้องอาศัยความรู้เดิมของแต่ละคนเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา (Cognitive constructivism) จากนั้นในขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนจะได้นำแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขให้สมบูรณ์ขึ้นแล้วไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์อื่นที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการขยายความรู้ให้กว้างยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนด้วยเช่นกัน ซึ่งการใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล สืบตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้นและมีแบบจำลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องในทุก ๆ ประเด็นที่ศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้กับการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนเพราะนักเรียนไม่ได้รู้เรื่องนี้มาก่อน แต่เมื่อพิจารณาแบบจำลองทางความคิดของแบบจำลองของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วพบว่า

แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและแสดงออกแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองสร้างขึ้น ไม่ว่าจะป็นรูปวาด ภาษา สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นการแสดงออกที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับเพื่อน ทำให้นักเรียนเห็นจุดเด่นและจุดด้อยในแบบจำลองของตนเอง ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นๆได้ครอบคลุมและสมบูรณ์มากขึ้น (กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโพธิศักดิ์ โพธิเสน และชาติรี ฝ่ายคำตา (2560) ที่พบว่า การที่นักเรียนเข้าใจความหมายของเรื่องที่เรียนจะทำให้เข้าใจได้เร็วขึ้น และการใช้ภาพประกอบจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสอดคล้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง จึงช่วยสนับสนุนให้ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยวิธีดังกล่าว การจัดกิจกรรมเช่นนี้ทำให้จะทำให้นักเรียนได้ฝึกสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองเมื่อเจอกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่เข้าใจ และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างหรือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ด้วยตนเองสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้เพราะการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองย่อมทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฮาริสันและเดอจอง (Harrison and De Jong, 2005) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเข้าช่วยจะทำให้นักเรียนสนุกและมีความเข้าใจในการเรียนเพิ่มขึ้น และงานวิจัยของณัฐพล กวดไทย และสุมาลี ชุกำแพง (2563) ที่ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2.2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนได้เรียนโดยผ่านกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองในขั้นที่ 1 นักเรียนใช้ความรู้เดิมและหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเขียนแผนผังแบบจำลอง มีการสร้างแบบจำลอง นำไปใช้และปรับปรุงแบบจำลองในขั้นต่อ ๆ มา รวมทั้งขยายผลเป็นการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตามขอบเขตเนื้อหาที่เรียน ทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้

ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น และงานที่นักเรียนได้รับในแต่ละคาบเรียนผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วย การสร้างแบบจำลอง การใช้แบบจำลอง การประเมินแบบจำลอง และการปรับปรุงแบบจำลอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีการแสวงหาความรู้อย่างนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลแล้วนำความรู้นั้นมาใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองของตนเองและทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่ตัวเองสร้างเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Schwarz et al., 2009) เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของตนเองมากยิ่งขึ้น นักเรียนจะสามารถใช้แบบจำลองนั้นสร้างความเข้าใจ และใช้ในการสื่อสารความรู้ได้ (Harrison & Treagust, 2000) ดังที่ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทธชัยวงศ์ (2558) ได้กล่าวว่า การนำแบบจำลองมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และส่งเสริมให้เกิดการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพเหตุการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและเกิดการเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากกระบวนการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีการสืบค้นข้อมูล เชื่อมโยง และปรับใช้ข้อมูล จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสอดคล้องกับการศึกษาของ รัตนาภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้คงทน มีการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างอิสระได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียนบรรยากาศในห้องเรียนจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น แม้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 62.1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเพราะมีนักเรียนเรียนที่มีปัญหาทางด้าน การอ่าน เขียนที่เข้ามาเรียนร่วมกับนักเรียนปกติทำให้ผลการทำแบบทดสอบอาจคลาดเคลื่อนเป็นปัญหาสำคัญที่พบในการจัดกิจกรรม เนื่องจาก การทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสร้างแบบจำลองต้องอาศัยกระบวนการแปลความหมายของข้อมูล หากปรากฏการณ์หรือเนื้อหาที่มีความยากต่อการเข้าใจก็จะส่งผลให้การแปลความหมายไปเป็นแบบจำลองได้ยาก นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยังเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่สำหรับนักเรียนทำให้นักเรียนไม่คุ้นชินกับการสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยทั่วไปนักเรียนมักจะอธิบายโดยใช้วิธีการพูดหรือการเขียนบรรยาย เพื่อสื่อสารหรือแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจ จากที่กล่าวมาอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่เป็นไป

ตามสมมติฐาน แต่หากวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน ถือว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจต้องปรับวิธีการวัดผลสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการอ่าน เขียน และเน้นเนื้อหาเป็นรูปธรรมให้มากขึ้น นักเรียนน่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่สำหรับนักเรียน ครูผู้สอนควรวางแผนการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมในเนื้อหา ก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนได้ปรับตัวและคุ้นชินกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง

3.1.2 ครูผู้สอนควรสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหาวิธีแก้ไขในระหว่างปฏิบัติการสอนอยู่เสมอ เช่น นักเรียนบางส่วนขาดทักษะในการวาดแผนภาพแบบจำลองในแต่ละขั้น ครูสามารถช่วยแก้ไขด้วยการให้นักเรียนเขียนเป็นคำสำคัญ แล้วเชื่อมโยงด้วยลูกศร เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในสิ่งที่ต้องการสื่อสารในแผนภาพแบบจำลอง เพื่อมีให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนนำมาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3.1.3 ครูผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นครูที่เลี้ยง สังเกตความต้องการและความแตกต่างในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล ตลอดจนคอยตอบข้อสงสัย ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีปัญหาทางการอ่าน เขียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดสู่การสร้างแบบจำลองต่อไป

3.1.4 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง พืชดอก ได้ แต่เนื่องจากมีนักเรียนที่มีปัญหาทางการอ่าน เขียน ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเชิงลึก เช่น การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นว่านักเรียนมีความเข้าใจแบบจำลองทางความคิดเรื่อง พืชดอกอย่างไร

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าจากเกณฑ์ร้อยละ 70 ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาการนำกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวไปปรับใช้กับเนื้อหาในบทอื่น ๆ ของ

รายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นนามธรรม เพื่อพัฒนาผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งอาจส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาและให้ความช่วยเหลือต่อไป

3.2.2 ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น





บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล. (2559). หน่วยที่ 9 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. หน่วยที่ 6 -11 (พิมพ์ครั้งที่ 6, น.1 -219). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย สุภัทรชัยวงศ. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-99.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี: Strategies for Teaching Chemistry*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่*. สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชัยวิชิต เขียรชนะ. (2560). การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 9(1), 1-11.
- ณภัทร สุขนฤเศรษฐกุล, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2564). การพัฒนาการด้านสมรรถนะในการนำเสนอตัวแทนทางความคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในหัวข้อเซลล์เคมีไฟฟ้า ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 44(4), 84-99.
- ณัชชฤต เกื้อฮาน, ชาตรี ฝ่ายคำตา และสุดจิต สงวนเรือง. (2554). แบบจำลองความคิด เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 17(2), 299-314.
- ณัฐพล กวดไทย. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2549). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

- นวลจิตต์ เขวากีรติพงศ์. (2565). หน่วยที่ 7 ทฤษฎีการเรียนรู้และศาสตร์การสอนกับการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 6-10 (น.1 -39). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นิชुใบตะห์ กิติชัย. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็น
ฐาน เรื่อง บรรยากาศ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดปัตตานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- น้ำทิพย์ พรหมชัย. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสอนทําเน้นนักเรียนเป็น
ศูนย์กลางตามโมเดลชิปปากับวิธีสอนแบบปกติ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.
- ปริญญาพันธ์ นวลจันทร์. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2545). *หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เข้าส์ออฟเคอร์มิสท์.
- ไพฑูริย์ โปธิสาร. (2554). *เกณฑ์การประเมินในสาหรานุกรมศึกษาศาสตร์ การวัดและประเมินผล
การศึกษา เล่ม 2*. นนทบุรี. โรงพิมพ์พิมพ์พิมพ์การพิมพ์.
- โพธิศักดิ์ โปธิเสน และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2560). *ฉันทพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร?. การวิจัยปฏิบัติการใน
ชั้นเรียน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้,*
8(1), 101-122.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่. เชียงใหม่คอม
เมอร์เชียล
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ. ไทยวัฒนาพานิช.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนา
แบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ้ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจี. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการศึกษา*, 1(1), 97-124.
- ราตรี นันทสุนทร. (2556). *การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน. (การวิจัยสำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษา)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ. จุดทอง.
- รัตนภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และวิทัศน์ ฝึกเจริญผล. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 3(2), 62-71.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ. สุวีริยาสาส์น.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่*. กรุงเทพฯ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2541). Portfolio คืออะไร. *วารสารการวัดผลทางการศึกษา*, 18(54), 73-80.
- สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ, สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2549). *รายงานการพัฒนากระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยความร่วมมือของครูและนักการศึกษา*. ขอนแก่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2552). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิทธิโชค เอี่ยมบุญ. (2563). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สิริมล มาฆทาน. (2558). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213–238.
- Boulter, C. J., & Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (eds). *Developing Models in Science Education*, 41-58.
- Bryce, C., Baliga, V. B., de Nesnera, K., Fiack, D., Goetz, K., Tarjan, L.M. Gilbert, G. S. (2016). Models in the NGSS biology classroom. *American Biology Teacher*, 78(1), 35–42.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogica™: What do they learn? How do they learn? How do we know? *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Cartier, J., Rudolph, J. L., & Stewart, J. (2001). *The nature and structure of scientific Models*. The National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science (NCISLA).
- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing*. (5th ed.). New York: Harper Collins Publishers. (pp. 202-204)

- Gilbert, J. K., Bouter, C. J., & Elmer, R. (2000). *Science and education: Notions of reality, theory and model*. In Gilbert, J.K. Boulter, C.J., *Developing Models in Science Education*, pp.20-40. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. Washington.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130.
- Gilbert, J. K. (2005). Catching the knowledge wave: The knowledge Society and the future of education. *New Zealand Sociology*, 24(4), 132-136.
- Gobert, J.D., & Buckley, B.C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Greca, M. I., & Moreira, A. M. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education [Book]*. Springer.
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=190086&site=eds-live>.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Hoskinson, A.-M., Couch, B. A., Zwickl, B. M., Hinko, K. A., & Caballero, M. D. (2014). Bridging physics and biology teaching through modeling. *American Journal of Physics*, 82(5), 434–441.
- Jackson, V. (2001). The multidimensional assessment of student performance in middle school science. *Assessment in science*, 181–196.
- Jonassen, D. H., & Cho, Y. H. (2008). *Externalizing mental models with mindtools*. University of Missouri, Springer.
- Jong, J. P., Chiu, M. H., & Chung, S. L. (2015). The use of modeling-based text to improve students' modeling competencies. *Science Education*, 99(5), 986– 1018.

- Lantz, H. (2004). *Rubrics for assessing student achievement in science grades K-12*. Corwin Press. Thousand Oaks, CA.
- Littlejohn, A., & Pegler, C. (2007). *Preparing for blended e-learning*. Routledge, London.
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603–630.
- Moritz, K., Bianca, R., & Dirk, K. (2015). Analyzing students' understanding of models and modeling referring to the disciplines Biology, Chemistry, and Physics. *Research in Science Education*, 45(3), 367-393. doi:10.1007/s11165-014-9427-9.
- National Research Council (2011). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. Committee on the Foundations of Assessment. J. Pellegrino, N. Chudowsky, & R. Glaser (Eds). Washington, DC: National Academy Press.
- Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13, 52–73.
- OECD, (2016). Poland - Economic forecast summary (June 2016). (online). Available from: <http://www.oecd.org/economy/poland-economic-forecast-summary.htm>.
- Ogan-Bekiroglu, F., & Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 1187-1191.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D., & Charusombat, U. (2011). Seventh grade student's mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17(1), 1-17.

Tobin, J., & Brainard, W. C. (1977). *Asset markets and the cost of capita*, economic progress, private values and public policy: Essays in honor of William

Fellner, edited by B. Belassa and R. Nelson, Amsterdam: North Holland

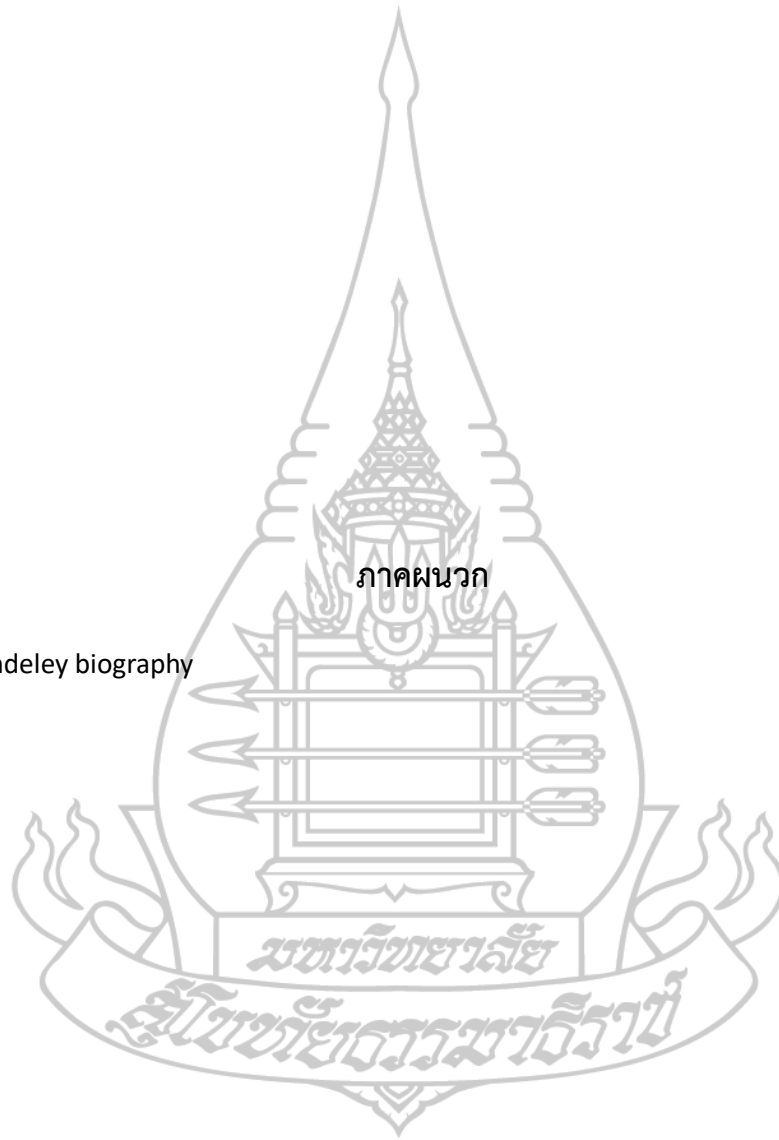
Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change.

Learning and Instruction, 4, 45-69.

Whitney, D.R., Sabers, D.L. (1970). Improving essay examination III. Use of Item Analysis,

Technical Bulletin 11. Mimeographed. (Iowa City: University Evaluation and Examination Service.





ภาคผนวก

This is Mendeley biography



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัย

สุรินทร์ราชภัฏ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ นางณภัชนันท์ ภาคินศุภเศรษฐ์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม.หลักสูตรและการสอน
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ
2. ชื่อ นางกนกวรรณ มั่งสึง
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนปากจอกวิทยา อำเภอคลอง จังหวัดแพร่
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศษ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการ
3. ชื่อ นายณัฐชา พัฒนา
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศษ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการ
4. ชื่อ นางอุมพร ชัยปรีชา
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนอุบลรัตนราชกัญญาราชวิทยาลัย นครปฐม
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศษ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ
5. ชื่อ นางสาวพัศยา สันสน
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พัทลุง
 วุฒิการศึกษา ปริญญาโท วท.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ



ภาคผนวก ข

- วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- วิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ข้อคำถามเป็นแบบอัตนัย
- วิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ข้อคำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
- วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

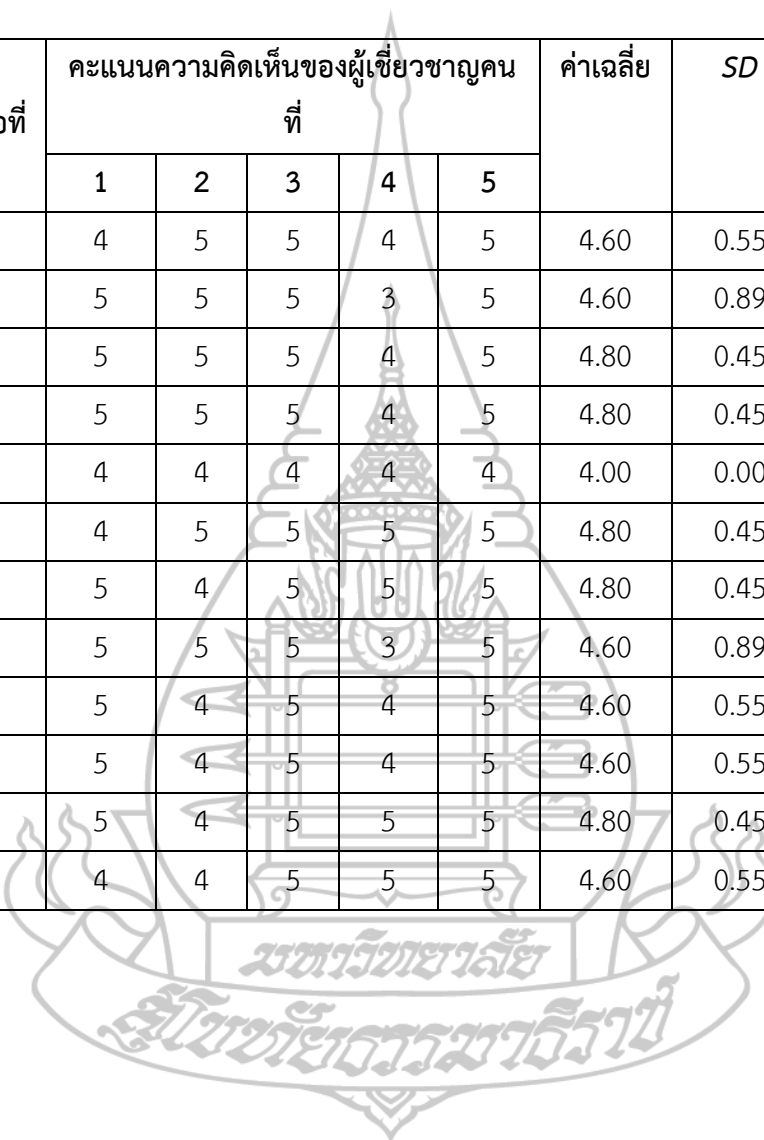
ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคน					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
7	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
9	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
10	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
11	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
12	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด



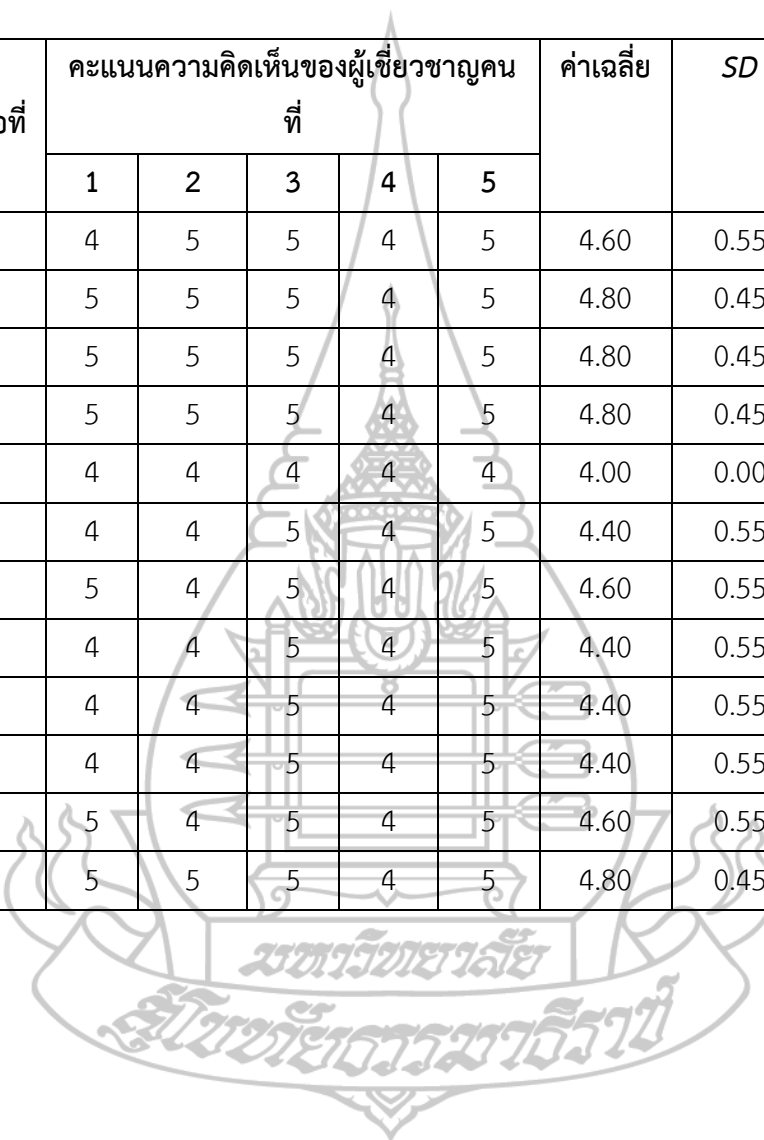
ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ศึกษากลุ่มพืชดอก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคน					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	3	5	4.60	0.89	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8	5	5	5	3	5	4.60	0.89	มากที่สุด
9	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
10	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
11	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด



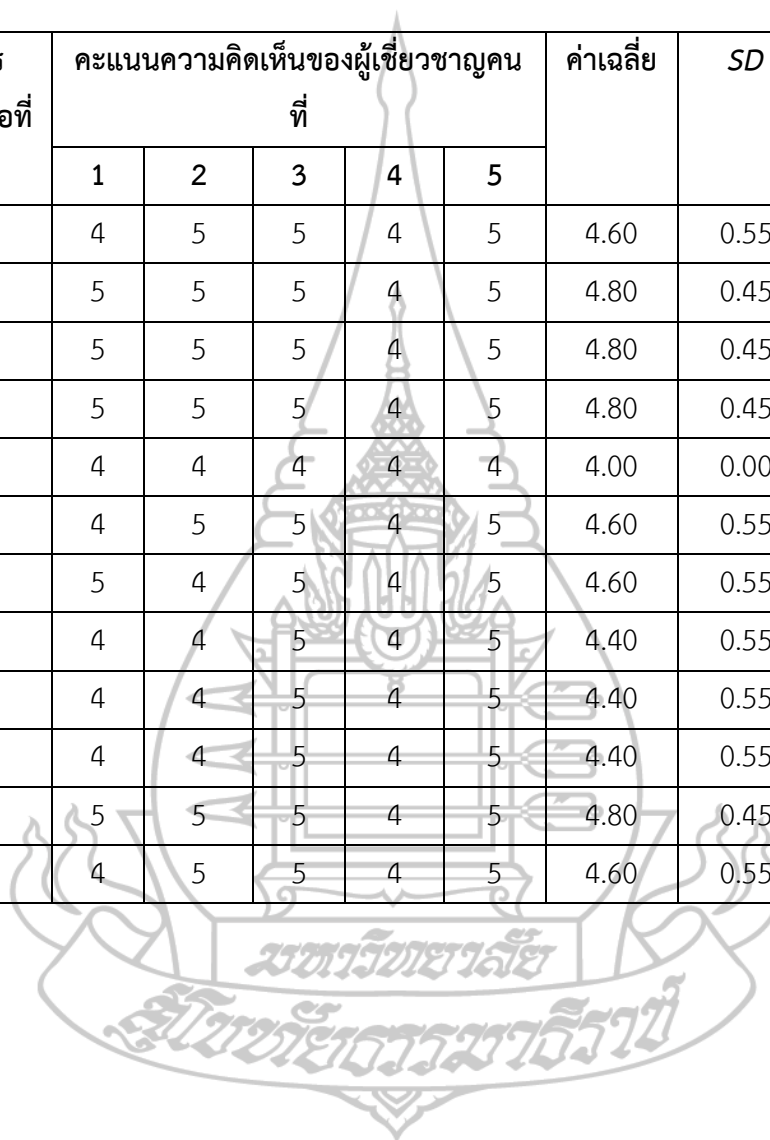
ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ศึกษาต่อลำเลียงของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
7	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
9	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
10	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
11	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
12	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด



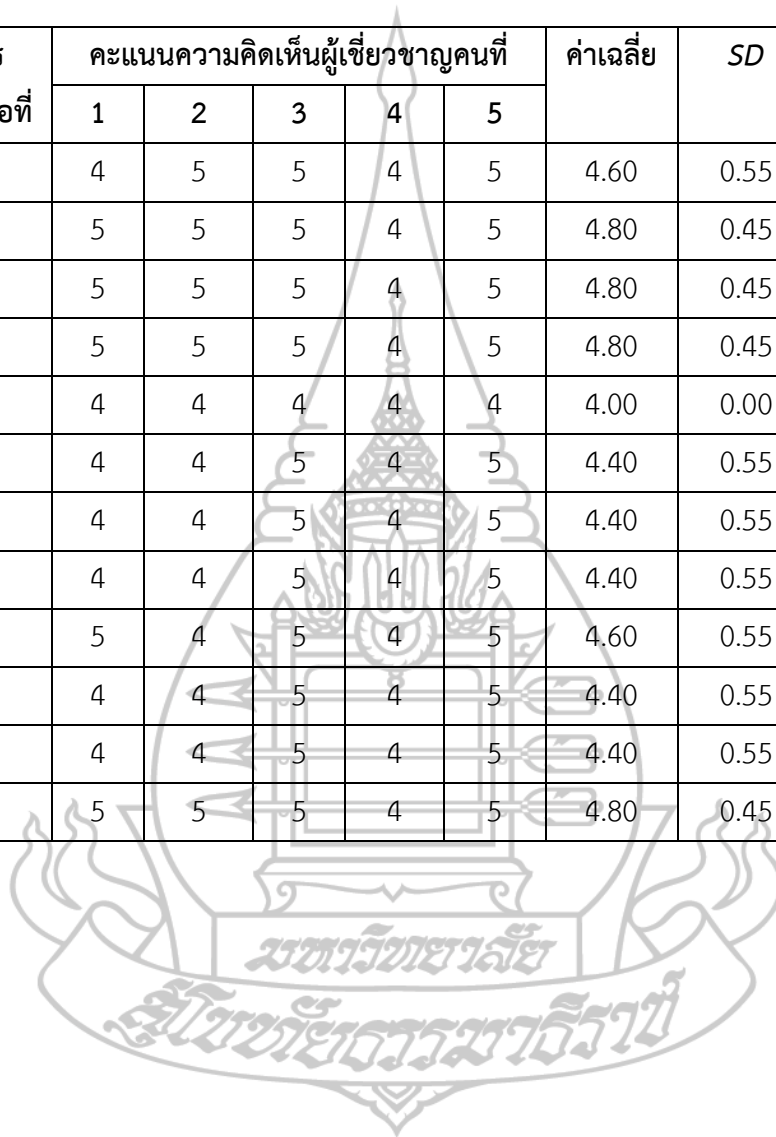
ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคายน้ำของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคน					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
9	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
10	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
11	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
12	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด



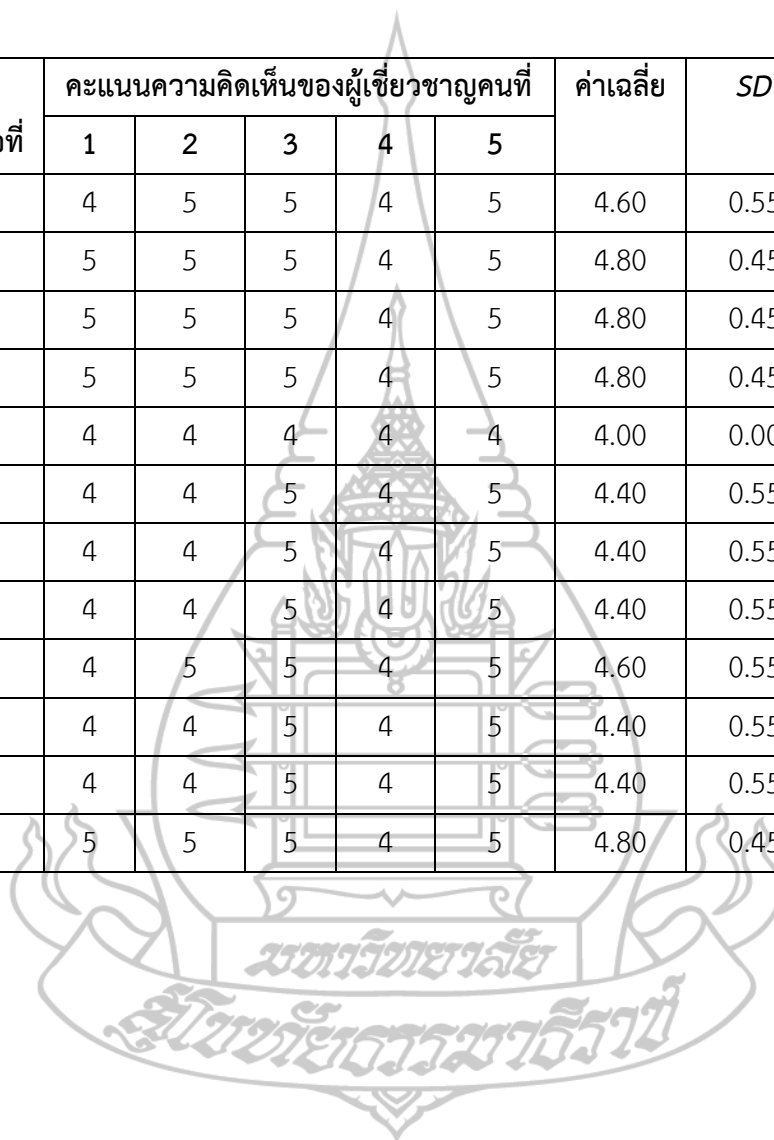
ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การสร้างอาหารของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
7	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
8	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
9	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
10	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
11	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
12	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด



ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ส่วนประกอบของดอก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
7	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
8	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
9	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
10	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
11	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
12	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด



ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การ
เรียนรู้ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 ข้อคำถามเป็นแบบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง



ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
26	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ชุดที่ 2 ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ข้อคำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
17	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
18	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
21	1	1	0	-1	1	0.4	ไม่สอดคล้อง
22	1	0	1	0	1	0.6	สอดคล้อง
23	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบวัด
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
1	0.6	0.267	0.746
2	0.533	0.267	
3	0.5	0.2	
4	0.767	0.333	

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ชุดที่ 1 ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
1	0.57	0.57	0.81
2	0.57	0.29	
3	0.79	0.14	
4	0.43	0.57	
5	0.50	0.14	
6	0.57	0.29	
7	0.50	1.00	
8	0.57	0.29	
9	0.64	0.14	
10	0.57	0.29	
11	0.71	0.29	
12	0.71	0.57	
13	0.64	0.14	
14	0.50	0.14	
15	0.71	0.29	
16	0.57	0.57	
17	0.71	0.29	
18	0.57	0.29	
19	0.43	0.29	
20	0.50	0.14	
21	0.71	0.57	
22	0.71	0.29	
23	0.71	0.29	
24	0.50	0.14	

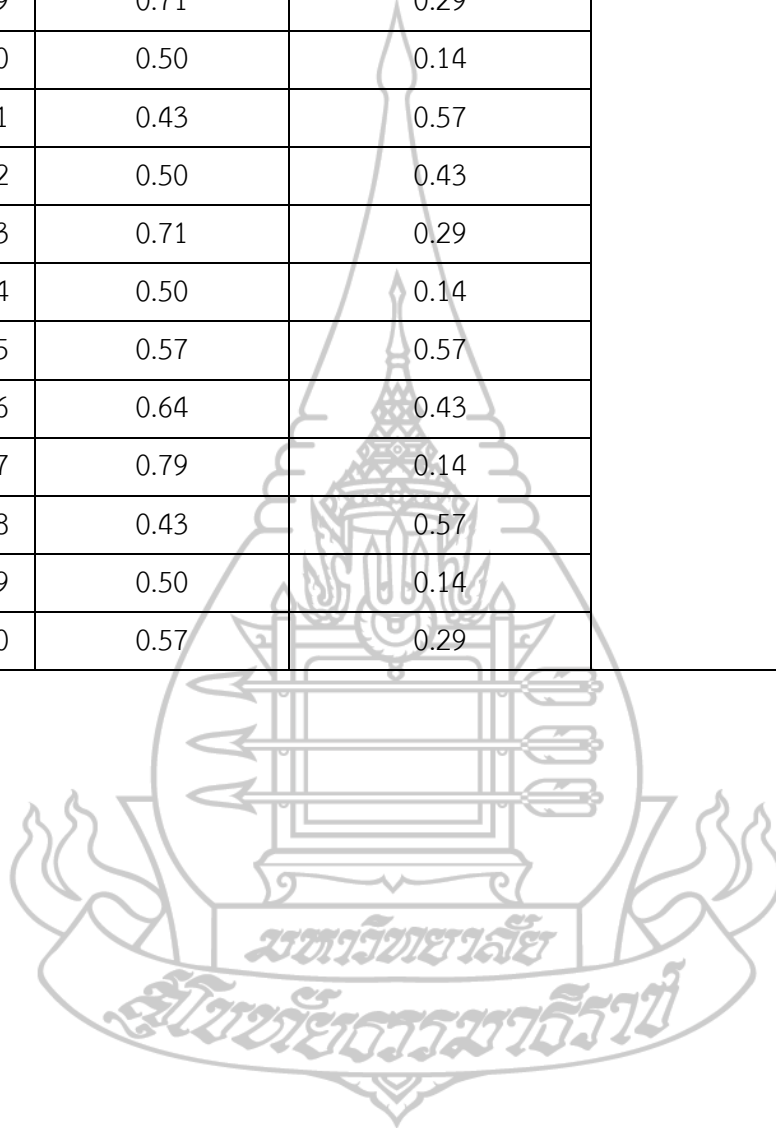
ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
25	0.36	0.43	
26	0.43	0.29	
27	0.64	0.43	
28	0.57	0.29	
29	0.36	0.14	
30	0.50	0.14	

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ชุดที่ 2 ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
1	0.57	0.14	0.81
2	0.57	0.29	
3	0.79	0.57	
4	0.43	0.29	
5	0.50	0.29	
6	0.57	0.29	
7	0.50	0.86	
8	0.57	0.29	
9	0.64	0.14	
10	0.57	0.57	
11	0.71	0.29	
12	0.71	0.57	
13	0.64	0.14	
14	0.50	0.29	
15	0.71	0.14	
16	0.57	0.29	

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
17	0.79	0.29	
18	0.43	0.14	
19	0.71	0.29	
20	0.50	0.14	
21	0.43	0.57	
22	0.50	0.43	
23	0.71	0.29	
24	0.50	0.14	
25	0.57	0.57	
26	0.64	0.43	
27	0.79	0.14	
28	0.43	0.57	
29	0.50	0.14	
30	0.57	0.29	





ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
 เรื่อง ศึกษาท่อลำเลียงของพืช

โรงเรียนบ้านทับท้อ
 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 เวลา 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 1.2 ป.4/1 บรรยายหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอก ของพืช โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บรรยายโครงสร้าง หน้าที่รากและลำต้นของพืชดอกได้ (K)
2. ทดลองเพื่อศึกษาหน้าที่ของรากและลำต้นได้ (P)
3. สร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ (P)
4. มีความสนใจและมีความสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้ (A)

3. สาระการเรียนรู้

ส่วนต่างๆ ของพืช ทำหน้าที่แตกต่างกัน รากพืช ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุไปสู่ลำต้น ส่วนลำต้นพืช ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำส่งต่อไปยังส่วนต่างๆ ของพืช

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พืชมีส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะทำหน้าที่ต่างกันไป รากเป็นโครงสร้างของพืชที่อยู่ใต้ดินและแผ่ขยายออกไป เพื่อยึดลำต้นให้ตั้งอยู่บนดิน มีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุจากดินขึ้นไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชโดยผ่านทางลำต้น ส่วนลำต้นมีหน้าที่ลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ และอาหาร ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช โดยภายในลำต้นของพืชมีท่อลำเลียง ซึ่งประกอบด้วยท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร เพื่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากดิน และลำเลียงอาหารจากใบพืช

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสรุปอ้างอิง 3) ทักษะการระบุ 4) ทักษะสำรวจค้นหา 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ : การใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based learning)

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง (Construct models)

- ครูกระตุ้นความสนใจโดยให้นักเรียนดูต้นพืชตัวอย่าง (ต้นมะเขือเทศที่ยังอ่อนอยู่) ที่ครูเตรียมไว้ จากนั้นครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดว่า เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตจะทำให้โครงสร้างของพืชมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และส่วนต่างๆ ของพืชมีหน้าที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร แล้วให้นักเรียนช่วยกันอธิบายคำตอบ
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบจากคำถามของครูตามความรู้เดิมของนักเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อเราเพาะเมล็ดพืช รากจะเริ่มงอกออกมาเป็นลำต้นแรก จากนั้นจึงมีใบและลำต้นงอกออกมาเป็นต้นกล้าเล็กๆเหมือนต้นมะเขือเทศต้นนี้ และเจริญเติบโตเป็นพืชที่มีขนาดใหญ่ จนมีดอกและผล ซึ่งแต่ละส่วนของพืชจะทำหน้าที่แตกต่างกัน
- ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจว่า นักเรียนคิดว่าพืชต้องการอะไรในการดำรงชีวิต และนำผักกะสัง 2 ต้น คือ ผักกะสังที่มีลำต้นสีแดง กับผักกะสังที่มีลำต้นใสเป็นธรรมชาติ แล้วให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตถึงความแตกต่างของผักกะสังทั้งสองต้น เพราะอะไรถึงมีสีสันแตกต่างกัน โดยให้นักเรียนสังเกตจากโครงสร้างภายนอกของพืช

4. ครูจับคู่นักเรียน 12 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นโดยใช้ความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเองที่สร้างขึ้น เพื่ออธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้น
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน เพื่ออธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้น และทำกิจกรรมการทดลอง “ผักกะสังเปลี่ยนสี” โดยเทน้ำหมักสีแดง 10 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำเปล่าอยู่ 100 มิลลิลิตร แล้วนำต้นผักกะสังแช่ทิ้งไว้ จากนั้นนำไปวางตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเมื่อครบ 30 นาทีให้นำลำต้นของต้นผักกะสังมาตัดตามขวางและตามยาว จากนั้นใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ส่องดูลักษณะภายในของลำต้น บันทึกผลการทดลองและบรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของรากและลำต้นลงใบงานที่ 3
3. ครูตั้งคำถามหลังการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น ว่าก่อนและหลังนำลำต้นของต้นเทียนไปแช่ในน้ำหมักสีแดง ลำต้นของต้นผักกะสังลักษณะอย่างไร และเมื่อนำลำต้นและรากของต้นผักกะสังมาตัดตามขวางและตามยาว นักเรียนสังเกตเห็นลักษณะภายในของลำต้นของต้นผักกะสังเป็นอย่างไร และมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
4. ครูนำลำต้นตัดตามแนวขวางและตามแนวยาวที่จุ่มในน้ำสีแดงของผักกะสังให้นักเรียนสังเกต แล้วอธิบายเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า ภายในลำต้นและรากพืชทุกชนิดมีท่อลำเลียงเช่นเดียวกับผักกะสัง ซึ่งจะประกอบด้วยท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารอยู่เป็นกลุ่ม โดยการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงน้ำในลำต้นและรากจะแตกต่างกัน ท่อลำเลียงในรากและลำต้นจะทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งสังเกตได้จากน้ำสีที่เคลื่อนที่จากรากไปยังลำต้นและและใบ
5. ครูใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนประเมินว่าที่นักเรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงประจักษ์ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ และแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - จากข้อมูลที่นักเรียนได้มาจากการทดลอง นักเรียนคิดว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถใช้ อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนจะพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองของกลุ่มตนเองที่สร้างขึ้นอย่างไร เพื่อให้แบบจำลองสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเปลี่ยนความรู้กันและนำความรู้ที่ได้มาการดัดแปลง แก้ไข แบบจำลองของกลุ่มตนเอง เพื่อสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องในการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้น

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง (Elaborating model)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเอง เพื่ออธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้น
2. ครูนำดอกไม้เปลี่ยนสี มาให้นักเรียนดู เป็นดอกไม้สีขาวที่ไม่มีราก เมื่อแช่น้ำสี ดอกไม้จะเปลี่ยนไปตามสีที่แช่ และให้นักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองไปขยายผลเปรียบเทียบกับดอกไม้เปลี่ยนสี เพื่ออภิปรายร่วมกันว่าหากพืชไม่มีราก แต่ถ้าพืชยังมีลำต้นอยู่ ซึ่งภายในลำต้นพืชมีท่อลำเลียงที่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชได้ จึงทำให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงทำให้ดอกไม้ที่เป็นสีขาวเปลี่ยนสี
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า จากการทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนสังเกตลำต้นที่ตัดตามขวางจะเห็นว่ามียาสีแดงอยู่เป็นจุดๆ ซึ่งเกิดจากการที่รากดูดน้ำสีแดงขึ้นไปสู่ลำต้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะภายในลำต้นจะมีท่อเล็กๆ อยู่ เรียกว่า ท่อลำเลียง เมื่อรากพืชดูดน้ำและแร่ธาตุจากดิน ท่อลำเลียงน้ำจะนำน้ำและแร่ธาตุขึ้นไปเพื่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช หากพืชไม่มีราก แต่ถ้าพืชยังมีลำต้นอยู่ ซึ่งภายในลำต้นพืชมีท่อลำเลียงที่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชได้ จึงทำให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. บรรยายโครงสร้าง หน้าที่รากและลำต้นของพืชดอกได้	- ตรวจสอบที่ผลการทดลองในสมุด	- แบบประเมินรายบุคคล	- ระดับคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ทดลองเพื่อศึกษาหน้าที่ของรากและลำต้น			
3. สร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้	- ตรวจสอบแบบจำลอง	- แบบประเมินจากการสร้างแบบจำลอง	- ระดับคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4. มีความสนใจและมีความสามารถทำงานเป็นกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

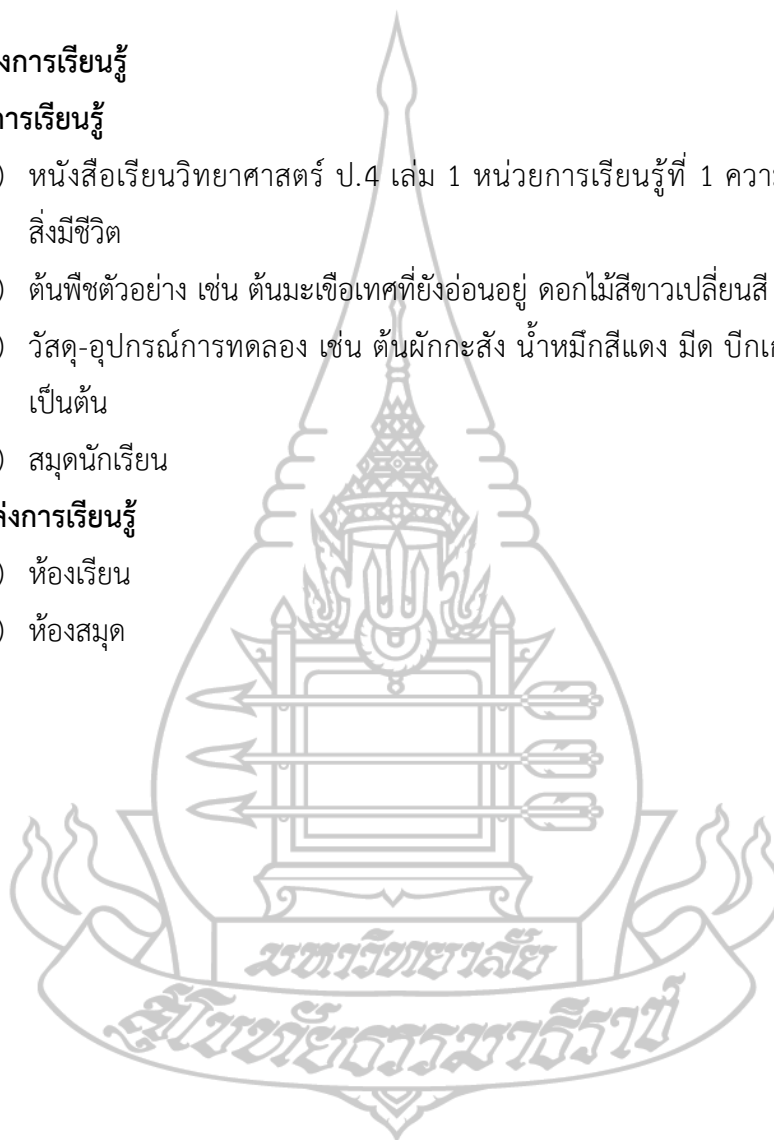
8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ป.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
- 2) ต้นพืชตัวอย่าง เช่น ต้นมะเขือเทศที่ยังอ่อนอยู่ ดอกไม้สีขาวเปลี่ยนสี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์การทดลอง เช่น ต้นผักกาดสัง น้ำหมักสีแดง มีด ปีกเกอร์ ดอกไม้สีขาว เป็นต้น
- 4) สมุดนักเรียน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด



ใบงานที่ 3
เรื่อง หน้าที่ของรากและลำต้น

ให้นักเรียนศึกษาลักษณะของรากและลำต้นตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 เทน้ำหมักสีแดง 10 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำเปล่าอยู่ 100 มิลลิลิตร แล้วนำต้นผักกะสังแช่ทิ้งไว้ จากนั้นนำไปวางตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

🌸 บันทึกผลการทดลอง

รายการ	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
ก่อนนำผักกะสังแช่ในน้ำสี	
หลังนำผักกะสังแช่ในน้ำสี	

ตอนที่ 2 นำลำต้นของต้นผักกะสังมาตัดตามขวางและตามยาว จากนั้นใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ส่องดูลักษณะภายในของลำต้น

🌸 บันทึกผลการทดลอง

รายการ	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
วาดภาพตัดตามขวางของลำต้นผักกะสัง	
วาดภาพตัดตามยาวของลำต้นผักกะสัง	

🌸 สรุปผลการทดลอง

แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง (สำหรับนักเรียน)

กลุ่มที่

ลำดับที่	รายการประเมิน	คะแนน		
		1	2	3
1	การออกแบบในการสร้างแบบจำลอง			
2	ความถูกต้องของแบบจำลอง			
3	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์/ความแปลกใหม่ของแบบจำลอง			

ระดับคุณภาพ

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ถูกต้อง	นักเรียนสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้
2. ความถูกต้องของแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ถูกต้องทุกองค์ประกอบและสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์	นักเรียนสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้แต่ขาดองค์ประกอบ 1 อย่าง	นักเรียนสร้างแบบจำลองอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้แต่ขาดองค์ประกอบ 2 อย่างขึ้นไป
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์/ความแปลกใหม่ของแบบจำลอง	คิดแปลกใหม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น สามารถนำไปอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ถูกต้องสมบูรณ์	แนวคิดไม่แปลกใหม่ แต่สามารถนำไปอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ถูกต้องสมบูรณ์	แนวคิดไม่แปลกใหม่และไม่สามารถนำไปอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้

แบบประเมินรายบุคคล

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน					สรุปผล	
		ความถูกต้องของเนื้อหา	อธิบายรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์	ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย	ทำงานเสร็จทันเวลา	รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		5	5	5	5	20		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 - 20	ดี = 3
7 - 13	พอใช้ = 2
0 - 6	ปรับปรุง = 1

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
กลุ่มที่ เรื่อง

1. ชื่อ เลขที่
2. ชื่อ เลขที่

ลำดับชั้น	รายการประเมิน	คะแนน		
		3	2	1
1	การสร้างแบบจำลอง			
2	การประเมินแบบจำลอง			
3	การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง			
4	การขยายแบบจำลอง			
รวม				

เกณฑ์คุณภาพ

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. การสร้างแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ถูกต้องทุกองค์ประกอบ	นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ไม่ถูกต้องขาด 1-2 องค์ประกอบ	นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ไม่ถูกต้อง
2. การประเมินแบบจำลอง	นักเรียนสามารถประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ และ	นักเรียนสามารถประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นและหา	นักเรียนไม่สามารถประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
	หาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อประเมินแบบจำลองได้ถูกต้อง	ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อประเมินแบบจำลองได้ แต่ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าแบบจำลองใดสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ดีกว่ากัน	
3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง	นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องครบถ้วนในทุกองค์ประกอบและใช้ในการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ดีกว่าแบบจำลองก่อนการปรับปรุง	นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบแต่ใช้ในการอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้ดีกว่าแบบจำลองก่อนการปรับปรุง	นักเรียนมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบขึ้นไปและยังไม่สามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นได้
4. การขยายแบบจำลอง	นักเรียนสร้างแบบจำลองจากข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ เพื่ออธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นกับปรากฏการณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างสมเหตุสมผล	นักเรียนสร้างแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ แต่สามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของท่อลำเลียงภายในรากและลำต้นกับปรากฏการณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องได้

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กลุ่ม เรื่อง

1. ชื่อ เลขที่
2. ชื่อ เลขที่

พฤติกรรมที่สังเกตได้	คะแนน		
	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

เกณฑ์คุณภาพ

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดี = 3
8-12	พอใช้ = 2
0-7	ปรับปรุง = 1



ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2

แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง : พืชดอก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามให้ครบถ้วนและสมบูรณ์

สถานการณ์ที่ 1 : “พืชทุกชนิดมีการลำเลียงน้ำและอาหารเพื่อการดำรงชีวิต น้ำและอาหารจากดินจะถูกดูดซึมผ่านขนรากแล้วลำเลียงแยกกันผ่านท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร”

คำถาม : ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือภาพวาด แสดงส่วนประกอบของพืชทั้งภายในและภายนอกที่ใช้ในการลำเลียงน้ำและอธิบายกระบวนการและทิศทางการลำเลียงน้ำภายในพืช

แผนภาพ/ภาพวาด



ข้อความอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์คะแนนการประเมิน สถานการณ์ที่ 1

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
5	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบ	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชได้ครบถ้วน
4	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบ	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชถูกต้องบางส่วน
3	เขียนแผนภาพ/ภาพวาด แสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบไม่ชัดเจน	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชถูกต้องบางส่วน

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
2	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดแสดง ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการ ลำเลียงน้ำและแสดง องค์ประกอบภายในของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำ ได้แก่ ท่อ ลำเลียงน้ำภายในราก ท่อ ลำเลียงน้ำภายในลำต้น ท่อ ลำเลียงน้ำภายในใบไม้ชัดเจน	คำอธิบายไม่ สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในการลำเลียงน้ำและอธิบาย กระบวนการลำเลียงน้ำ ภายในพืชไม่ครบถ้วน
1	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดไม่ สอดคล้อง	คำอธิบายและ แผนภาพ/ ภาพวาดผิด	คำอธิบายผิด
0	ไม่มีแผนภาพ/ภาพวาด	ไม่มีคำอธิบาย และแผนภาพ/ ภาพวาดผิด	ไม่มีคำอธิบาย



สถานการณ์ที่ 2 : “พืชจำเป็นต้องมีการคายน้ำเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพอากาศต่างๆ อวัยวะที่ทำให้เกิดการคายน้ำ คือ เซลล์คุม ซึ่งพบในส่วนของใบ การคายน้ำส่วนใหญ่แล้วจะเกิดที่บริเวณปากใบ”

คำถาม : ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือ วาดภาพ แสดงส่วนประกอบของพืชทั้งภายนอกและภายในที่ใช้ในกระบวนการคายน้ำ และอธิบายกระบวนการและทิศทางของการคายน้ำของพืช

แผนภาพ/ภาพวาด



ข้อความอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์คะแนนการประเมิน สถานการณ์ที่ 2

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
5	เขียนแผนภาพ/วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ใน กระบวนการคายน้ำ เช่น แสงแดด ราก ลำต้น ใบ หยด น้ำ สามารถแสดงภาพในขณะที่ ปากใบเปิดและปากใบปิด เขียนทิศทางการกระบวนการคาย น้ำ โดยเริ่มจากราก → ลำต้น → ใบ และเขียนแบบจำลองที่ สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในกระบวนการคายน้ำ และ อธิบายกระบวนการคายน้ำ ได้ครบถ้วน
4	เขียนแผนภาพ /วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ใน กระบวนการคายน้ำ เช่น แสงแดด ราก ลำต้น ใบ หยด น้ำ สามารถแสดงภาพในขณะที่ ปากใบเปิดและปากใบปิด เขียนทิศทางการกระบวนการคาย น้ำ โดยเริ่มจากราก → ลำต้น → ใบ และเขียนแบบจำลองที่ สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในกระบวนการคายน้ำ และ อธิบายกระบวนการคายน้ำ ถูกต้องบางส่วน
3	เขียนแผนภาพ /วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ใน กระบวนการคายน้ำ เช่น แสงแดด ราก ลำต้น ใบ หยด น้ำ สามารถแสดงภาพในขณะที่	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในกระบวนการคายน้ำ และ อธิบายกระบวนการคายน้ำ ถูกต้องบางส่วน

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
	ปากใบเปิดและปากใบปิด เขียนทิศทางการกระบวนการคาย น้ำ โดยเริ่มจากราก → ลำต้น → ใบ และเขียนแบบจำลองที่ สร้างขึ้นไม่ชัดเจน		
2	เขียนแผนภาพ / วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชที่ใช้ใน กระบวนการคายน้ำ เช่น แสงแดด ราก ลำต้น ใบ หยด น้ำ สามารถแสดงภาพในขณะที่ ปากใบเปิดและปากใบปิด เขียนทิศทางการกระบวนการคาย น้ำ โดยเริ่มจากราก ลำต้น ใบ และเขียนแบบจำลองที่สร้างขึ้น ไม่ชัดเจน	คำอธิบายไม่ สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชที่ใช้ ในกระบวนการคายน้ำ และ อธิบายกระบวนการคายน้ำ ไม่ครบถ้วน
1	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดไม่ สอดคล้อง	คำอธิบายและ แผนภาพ/ ภาพวาดผิด	คำอธิบายผิด
0	ไม่มีแผนภาพ/ภาพวาด	ไม่มีคำอธิบาย และแผนภาพ/ ภาพวาดผิด	ไม่มีคำอธิบาย

สถานการณ์ที่ 3 : “กระบวนการสร้างอาหารของพืชเรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งมีน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ มีแสงและคลอโรฟิลล์ช่วยทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาล น้ำ และแก๊สออกซิเจน”

คำถาม : ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชมา 1 ชนิด แสดงส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพร้อมอธิบายกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาของการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างถูกต้อง

แผนภาพ/ภาพวาด



ข้อความอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์คะแนนการประเมิน สถานการณ์ที่ 3

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
5	เขียนแผนภาพ /วาดภาพพร้อม แสดงส่วนประกอบของพืชใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แสดงปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง สามารถเขียน สมการกระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช และเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชใช้ ในกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงและปัจจัยที่ใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงได้ครบถ้วน
4	เขียนแผนภาพ /วาดภาพพร้อม แสดงส่วนประกอบของพืชใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แสดงปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง สามารถเขียน สมการกระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงของ และเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชใช้ ในกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงและปัจจัยที่ใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงถูกต้องบางส่วน
3	เขียนแผนภาพ /วาดภาพพร้อม แสดงส่วนประกอบของพืชใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แสดงปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง สามารถเขียน สมการกระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช และเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่ชัดเจน	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุส่วนประกอบของพืชใช้ ในกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงและปัจจัยที่ใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสงถูกต้องบางส่วน

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
2	เขียนแผนภาพ / วาดภาพพร้อมแสดงส่วนประกอบของพืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แสดงปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สามารถเขียนสมการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และเขียนอธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่ชัดเจน	คำอธิบายไม่สอดคล้องกับแผนภาพ/ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ระบุส่วนประกอบของพืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ครบถ้วน
1	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดไม่สอดคล้อง	คำอธิบายและแผนภาพ/ภาพวาดผิด	คำอธิบายผิด
0	ไม่มีแผนภาพ/ภาพวาด	ไม่มีคำอธิบายและแผนภาพ/ภาพวาดผิด	ไม่มีคำอธิบาย



สถานการณ์ที่ 4 : “ส่วนประกอบของดอกไม้ที่สำคัญมี 4 ส่วน เช่น เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย ดอกที่มีส่วนประกอบครบทั้ง 4 ส่วน เรียกว่า ดอกครบส่วน ในขณะที่ดอกไม้ครบส่วน คือ ดอกที่มีส่วนประกอบไม่ครบทั้ง 4 ส่วน”

คำถาม : ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชดอกมา 2 ชนิด พร้อมอธิบายส่วนประกอบของพืชดอก นำเสนอความแตกต่างระหว่างดอกครบส่วนและดอกไม้ครบส่วน

แผนภาพ/ภาพวาด



ข้อความอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์คะแนนการประเมิน สถานการณ์ที่ 4

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
5	เขียนแผนภาพ/วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชดอกที่แตกต่าง กัน 2 ชนิด สามารถแสดงแผนภาพ อธิบายส่วนประกอบของพืชดอก แสดงความแตกต่างของพืชทั้งสอง ชนิดระหว่างดอกครบส่วนและดอก ไม่ครบส่วนและเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุพืชดอกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความแตกต่างของ พืชทั้งสองชนิดระหว่างดอก ครบส่วนและดอกไม่ครบ ส่วนได้ครบถ้วน
4	เขียนแผนภาพ/วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชดอกที่แตกต่าง กัน 2 ชนิด สามารถแสดงแผนภาพ อธิบายส่วนประกอบของพืชดอก แสดงความแตกต่างของพืชทั้งสอง ชนิดระหว่างดอกครบส่วนและดอก ไม่ครบส่วนและเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ถูกต้อง	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุพืชดอกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความแตกต่างของ พืชทั้งสองชนิดระหว่างดอก ครบส่วนและดอกไม่ครบ ส่วนถูกต้องบางส่วน
3	เขียนแผนภาพ/วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชดอกที่แตกต่าง กัน 2 ชนิด สามารถแสดงแผนภาพ อธิบายส่วนประกอบของพืชดอก แสดงความแตกต่างของพืชทั้งสอง ชนิดระหว่างดอกครบส่วนและดอก ไม่ครบส่วนและเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่ชัดเจน	คำอธิบาย สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุพืชดอกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความแตกต่างของ พืชทั้งสองชนิดระหว่างดอก ครบส่วนและดอกไม่ครบ ส่วนถูกต้องบางส่วน

ระดับ ความสามารถ	ประเด็นการประเมิน		
	ภาพวาด	ความ สอดคล้อง	คำอธิบาย
2	เขียนแผนภาพ/วาดภาพ ส่วนประกอบของพืชดอกที่แตกต่าง กัน 2 ชนิด สามารถแสดงแผนภาพ อธิบายส่วนประกอบของพืชดอก แสดงความแตกต่างของพืชทั้งสอง ชนิดระหว่างดอกครบส่วนและดอก ไม่ครบส่วนและเขียนอธิบาย แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่ชัดเจน	คำอธิบายไม่ สอดคล้องกับ แผนภาพ/ ภาพวาด	คำอธิบายมีความสมบูรณ์ ระบุพืชดอกที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความแตกต่างของ พืชทั้งสองชนิดระหว่างดอก ครบส่วนและดอกไม่ครบ ส่วนไม่ครบถ้วน
1	เขียนแผนภาพ/ภาพวาดไม่สอดคล้อง	คำอธิบายและ แผนภาพ/ ภาพวาดผิด	คำอธิบายผิด
0	ไม่มีแผนภาพ/ภาพวาด	ไม่มีคำอธิบาย และแผนภาพ/ ภาพวาดผิด	ไม่มีคำอธิบาย





แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง : พืชดอก (ชุดที่ 1)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับลงบนอักษร ก ข ค ง ในข้อคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

<p>1. จากภาพ จัดเป็นพืชประเภทใด เพราะอะไร</p>  <p>ก. พืชดอก เพราะมีเส้นใบเรียงขนาน ข. พืชไม่มีดอก เพราะมีลำต้นไม่แข็งแรง ค. พืชไม่มีดอก เพราะไม่มีดอกตลอดการดำรงชีวิต ง. พืชดอก เพราะเมื่อโตเต็มที่ จะออกดอกเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์</p> <p>2. ข้อใดจัดเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก ตามลำดับ</p> <p>ก. มะลิ มอสส์ ข. มอสส์ เฟิร์น ค. มอสส์ ผักกูด ง. กุหลาบ มะเขือเทศ</p> <p>3. ชายผ้าสีดาต่างจากพืชชนิดอื่นอย่างไร</p> <p>ก. มีราก ลำต้น ใบที่แท้จริง ข. สร้างอาหารเองได้ ค. สืบพันธุ์โดยใช้สปอร์ ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>4. ข้อใดต่อไปไม่ใช่หน้าที่ของราก</p> <p>ก. ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร ข. ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ค. ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดกับดิน ง. ทำหน้าที่สร้างอาหารให้แก่พืช</p> <p>5. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของใบ</p> <p>ก. ดูดน้ำ ข. หายใจ ค. คายน้ำ ง. สร้างอาหาร</p>	<p>6. เส้นใบของพืชใบเลี้ยงคู่ จะมีลักษณะตามรูปอย่างไร</p> <p>ก.  ข.  ค.  ง. </p> <p>7. มานี จัดพืชต่อไปนี้อยู่กลุ่มเดียวกัน</p> <p>กลุ่มที่ 1 แตงกวา พริก มะละกอ กลุ่มที่ 2 หมาก กล้วย มะพร้าว</p> <p>นักเรียนคิดว่า มานีใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่มพืช</p> <p>ก. พืชบก-พืชน้ำ ข. พืชดอก-พืชไม่มีดอก ค. พืชดอก-พืชใบเลี้ยงคู่ ง. พืชใบเลี้ยงคู่-พืชใบเลี้ยงเดี่ยว</p> <p>8. เมื่อนำต้นกระสังแช่ในน้ำหมักสีแดง แล้วทิ้งไว้ 30 นาที จะเห็นน้ำหมักสีแดงผ่านจากรากไปสู่ลำต้น เป็นเพราะอะไร</p> <p>ก. รากดูดน้ำ ข. รากยึดเกาะ ค. รากสะสมอาหาร ง. รากสร้างอาหาร</p> <p>9. ถ้านำต้นกระสังมาตัดตามขวางเป็นชิ้นบางๆ แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ กลุ่มเซลล์ที่ติดสีแดงคืออะไร</p> <p>ก. กลุ่มท่อลำเลียงน้ำ ข. กลุ่มท่อลำเลียงอาหาร ค. กลุ่มเซลล์ที่กำลังเจริญ ง. กลุ่มของเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>15. ขณะที่พืชสังเคราะห์ด้วยแสง ได้ก๊าซชนิดใด</p> <p>ก. ออกซิเจน ข. ไฮโดรเจน</p>
---	---

<p>10. ข้อใดคือหน้าที่ของท่อลำเลียง</p> <p>ก. ดูดซึมน้ำและธาตุอาหารในดิน</p> <p>ข. ลำเลียงน้ำและอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช</p> <p>ค. ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับใบและอุณหภูมิภายในลำต้น</p> <p>ง. ช่วยในการสังเคราะห์แสงและคายน้ำของพืช</p> <p>11. น้ำออกจากต้นในรูปของไอน้ำ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิผ่านทางใด</p> <p>ก. ขนราก ข. ปากใบ</p> <p>ค. เปลือกไม้ ง. กลีบดอก</p> <p>12. ญานู๋าททดลองใช้ถุงพลาสติกใสครอบกิ่งไม้ที่มีใบและมัดปากถุงทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที และสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในถุง อยากรทราบว่า การทดลองนี้ต้องการศึกษาเรื่องใด</p> <p>ก. การลำเลียงอาหาร</p> <p>ข. การคายน้ำของใบ</p> <p>ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง</p> <p>ง. การดูดน้ำและอาหารของราก</p> <p>13. เพราะเหตุใด ใบของต้นกระบองเพชร จึงมีการเปลี่ยนเป็นหนาม</p> <p>ก. เพื่อดักจับแมลง ข. เพื่อการขยายพันธุ์</p> <p>ค. เพื่อลดการคายน้ำ ง. เพื่อปรับสภาพอากาศ</p> <p>14. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชคือกระบวนการใด</p> <p>ก. การหายใจของพืช</p> <p>ข. การสร้างอาหารของพืช</p> <p>ค. การคายน้ำของพืช</p> <p>ง. การลำเลียงน้ำของพืช</p>	<p>ค. คาร์บอนไดออกไซด์ ง. ถูกทั้ง ก และ ค</p> <p>16. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง</p> <p>ก. แสงแดด ข. คลอโรฟิลล์</p> <p>ค. แก๊สออกซิเจน ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>17. ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. ดอกสมบурณเพศเป็นดอกครบส่วนเสมอ</p> <p>ข. ดอกสมบурณเพศเป็นดอกไม้ครบส่วนเสมอ</p> <p>ค. ดอกไม่ครบส่วนเป็นดอกสมบурณเพศเสมอ</p> <p>ง. ดอกครบส่วนเป็นดอกสมบурณเพศเสมอ</p> <p>18. ส่วนที่ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เรียกว่าอะไร</p> <p>ก. ออวูล ข. รังไข่</p> <p>ค. กลีบดอก ง. เกสรเพศเมีย</p> <p>19. ข้อใดเป็นดอกสมบурณเพศแต่เป็นดอกไม้ครบส่วน</p> <p>ก.  ข. </p> <p>ค.  ง. </p> <p>20. ดอกครบส่วนและดอกสมบурณเพศ มีส่วนใดที่เหมือนกัน</p> <p>ก. รังไข่และกลีบดอก</p> <p>ข. กลีบดอกและกลีบเลี้ยง</p> <p>ค. กลีบเลี้ยงและเกสรเพศผู้</p> <p>ง. เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย</p>
---	--

เฉลย	1. ง	2. ก	3. ง	4. ง	5. ก	6. ง	7. ก	8. ก	9. ข	10. ข
	11. ก	12. ข	13. ค	14. ข	15. ก	16. ค	17. ง	18. ง	19. ก	20. ง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวภัทรสุดา ฤทธิชัย
วัน เดือน ปี เกิด	2 กุมภาพันธ์ 2538
สถานที่เกิด	อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2560
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครู

